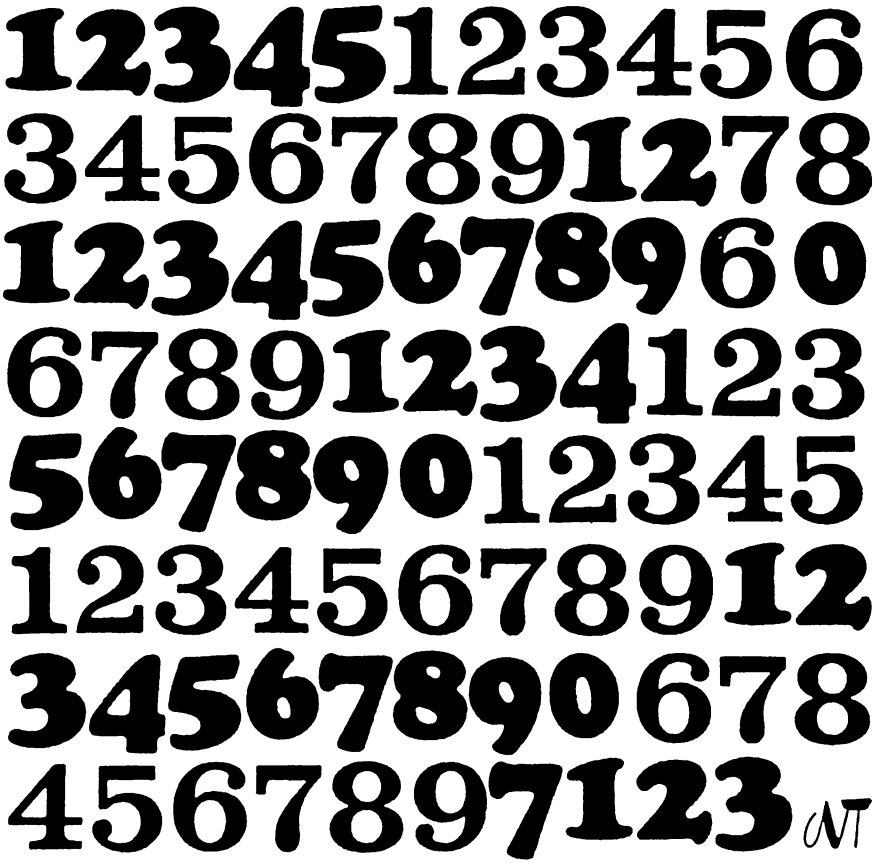
maszyna cyfrowa szuka odpowiedniego stanowiska

R. LOHBERG T. LUTZ

NT

maszyna cyfrowa szuka odpowiedniego stanowiska

R. LOHBERG T. LUTZ



ROLF LOHBERG, THEO LUTZ

Maszyna cyfrowa szuka odpowiedniego stanowiska

TŁUM. MGR JAROSŁAW CICHORSKI

WYDAWNICTWA NAUKOWO-TECHNICZNE • WARSZAWA 1973

Opiniodawca *mgr Czesław Berman*
Redaktorzy WNT: mgr inż. *Wincenty Łada, mgr Magda Zielonka*
Okładkę projektował art. graf. *Krystyna Ozimowska-Pawłowicz*
Redaktor techniczny *Anna Napiórkowska*

Oryginał niemiecki wydany został przez
Franckh'sche Verlagshandlung, Kosmos-Verlag, Stuttgart
pod tytułem „*Elektronenrechner sucht verantwortliche Position*"

© 1967, Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart

681.3

Jest to książka popularna, napisana przez znany zachodnioniemiecki tandem autorski (dziennikarz oraz specjalista z dziedziny maszyn cyfrowych), przedstawiająca w sposób lekki i dowcipny zasady działania maszyn cyfrowych oraz funkcje jakie mogą one spełniać w nowoczesnym przedsiębiorstwie. Autorzy unikając powierzchownego potraktowania tematu, omawiają w książce szereg trudnych pojęć związanych z programowaniem i zastosowaniem maszyn cyfrowych. Poszczególne pojęcia są jednak wprowadzane w sposób naturalny, nieraz z humorem, a każde z nich zilustrowane jest celnie dobranymi przykładami. Książka przeznaczona jest dla szerokiego kręgu odbiorców zainteresowanych budową i zastosowaniem maszyn cyfrowych: od ucznia szkoły średniej — do inżyniera dobrze zaznajomionego z tematyką.

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Printed in Poland

Spis treści

Wstęp 5

Księgowy grający błędnymi kartami
Z wczesnych lat przetwarzania danych 7

Zwinięta pamięć
Co się dzieje z liczbami 15

Do you speak Algol?
Jak rozmawia się z maszyną cyfrową 26

To co ludzkie w maszynie
Między logiką a przypadkiem — programowanie . . 33

Siedem krasnoludków
Małe maszyny cyfrowe 45

Odpowiednia i dobrze zbudowana
Maszyny cyfrowe średniej wielkości 59

W klubie milionerów
Duże maszyny cyfrowe 75

Bawimy się klockami
Rodziny maszyn cyfrowych i ich drzewa genealogiczne 83

Kto nam usłuży?
Jak otrzymać odpowiednią maszynę cyfrową i programistów 89

Oddajcie to Państwo do przedsiębiorstwa usługowego
Usługowe Ośrodki Obliczeniowe 99

Wszyscy słuchają jej rozkazów
Duże maszyny cyfrowe w kierowaniu produkcją i systemach informacyjnych 102

Dobre połączenie kosztuje drogo
Przyszłość należy do tele-przetwarzania 114
Maszyna cyfrowa w fotografii 118
Przypisy 126
Literatura 149
Skorowidz 151

Wstęp

Książka ta jest jedną z owych powieści drukowanych w odcinkach i pisanych w ten sposób, że nie trzeba znać odcinków poprzednich, aby rozumieć to, co dalej się dzieje.

Poprzednia nasza książka nosi frapujący tytuł „O czym myśli mózg elektronowy" i opowiada o tym, co dzieje się we wnętrzu maszyny cyfrowej i co robi prąd elektryczny podczas swojej wędrówki przez tranzystory i rdzenie magnetyczne arytmometru i pamięci maszyny. Jednym słowem traktuje ona o sprzęcie, jak mówią eksperci, o „hardware" maszyny cyfrowej (szanujący się specjalista wyraża się z upodobaniem w obcym języku).

W tej książce natomiast zajmować nas będzie przede wszystkim zastosowanie maszyny cyfrowej. Jaka maszyna cyfrowa do jakich nadaje się celów? W jakim języku można się z maszynami porozumieć? Jak wytłumaczyć im, co powinny obliczyć? Jak można maszynom cyfrowym oraz ludziom, którzy przy nich pracują, ułatwić tę pracę?

Krótko mówiąc książka ta jest poświęcona oprogramowaniu (software) maszyny cyfrowej.

Jeśli teraz państwo spytają nas, czy rzeczywiście nie trzeba czytać pierwszej książki, aby rozumieć drugą, możemy z czystym sumieniem odpowiedzieć: naprawdę nie. W dobrej powieści odcinkowej znajduje się przecież zawsze w zwięzłym streszczeniu to, co zdarzyło się do tej pory. Tak samo i tu. Wszystko o sprzęcie co do rozumienia oprogramowania jest niezbędnie potrzebne umieściliśmy i w tej książce — przede wszystkim w drugim rozdziale.

Nie jest tego wiele, tylko to, co niezbędne. Nie zaszkodziłoby oczywiście także i na ten temat trochę więcej wiedzieć. I dlatego mamy cichą nadzieję, że pospieszą Państwo do najbliższej księgarni i kupią sobie książkę „O czym myśli mózg elektronowy".

W końcu napisaliśmy ją przecież właśnie dla Państwa.

ROLF LOHBERG *THEO LUTZ*

Księgowy grający błędnymi kartami

Z wczesnych lat przetwarzania danych

Jeśli Państwo pozwolą, chcielibyśmy rozpocząć tę książkę od przedstawienia Państwu pewnego miłego człowieka. Jest to pan Lubryka.

Pan Lubryka jest jednym z filarów, na których spoczywa kunsztowna budowla firmy Konik & Haftka, wytwórni i jednocześnie hurtowni luksusowych wyrobów guzikarskich. Krótko mówiąc jest on księgowym. Do jego najważniejszych zadań należy na przykład cotygodniowe obliczanie wynagrodzeń osiemdziesięciu robotników zatrudnionych w firmie Konik & Haftka przy produkcji guzików.

Jako oczytani we współczesnych dziełach na pewno Państwo wiedzą, że naprawdę mądrzy autorzy nie rozpoczynają nigdy swojej książki od właściwego problemu. Mają oni zwyczaj zamieszczać, jako wprowadzenie, interesujące albo też budujące historyjki i naprowadzają czytelnika na właściwy problem ostrożnie, poprzez liczne stronice i okrężną drogę. Domyślają się Państwo wobec tego, że obliczanie wynagrodzeń robotników wytwarzających guziki nie może być tematem tej książki, lecz że ukrywa się za tym jakiś chytry fortel autorów chcących tym sposobem wywieść czytelnika w pole. Ale właśnie nie. O wynagrodzenie robotników produkujących guziki nam chodzi.

Kto miał do czynienia z obliczaniem wynagrodzeń, ten wie, że jest to zajęcie wymagające dużego napięcia uwagi. Przepisy na podstawie których się tego dokonuje, są tak różnorodne, że nawet sama maszyna cyfrowa...

Ale przy elektronice jeszcze nie jesteśmy. Dopiero później. Być może nie uwierzą nam Państwo wcale, że obliczenie wynagrodzeń może być tak urozmaicone. A to jeszcze zobaczymy. Różnorodność ta pochodzi między innymi stąd, że każdy robotnik posiada różne cechy, które mają znaczenie przy obliczaniu jego wynagrodzenia. Jeden jest kawalerem, drugi ma dwoje dzieci, trzeci żonę w dodatku, czwarty składa oszczędności z premii, piąty buduje się, szósty jest ateistą więc oszczędza na podatku kościelnym [1] itd.

Nazywa się to wszystko danymi stałymi. W ten sposób jesteśmy już w środku tematu. Dane stałe określają mianowicie według jakich sta-

wek oblicza się wynagrodzenie brutto i jaki podatek oraz inne potrącenia należy odliczyć, aby otrzymać wynagrodzenie netto. Dane stałe zmieniają się rzadko. Na przykład wtedy gdy rodzi się jeszcze jedno dziecko, lub następuje zmiana wyznania.

Oprócz tego, skoro już jesteśmy przy tym, są jeszcze „dane dzienne". Są to zapiski, z których wynika co każdy robotnik zrobił w ciągu dnia i za co firma Konik & Haftka powinna mu zapłacić.

Na jednym wydziale zakładu dane dzienne mogą być po prostu ilością przepracowanych przez robotnika godzin, które majster kaligraficznym pismem notuje w grubym szkolnym zeszycie. Na innym znowu wydziale, gdzie wprowadzony jest system akordowy, dane dzienne będą ilością zrobionych przez robotnika czy robotnicę guzików z materiału i modnej sztucznej skóry. Na jeszcze innym wydziale, który wytwarza artystyczne wyroby guzikarskie na specjalne zamówienia, dane dzienne są określane przez majstra specjalnie dla każdego zamówienia.

Do danych dziennych należą ponadto różne dodatki i mnożniki (które to dla pilnych czynią życie dopiero pięknym) za nadgodziny, za pracę nocną, za pracę w wolną sobotę.

Po tej dygresji czas już, abyśmy znowu zajęli się panem Lubryką, o którego, w sposób zupełnie nieuprzejmy, od czasu zapoznania się z nim, nie troszczyliśmy się wcale. Tymczasem pan Lubryka nie będzie wcale miał nam tego za złe, gdyż ma pełne ręce roboty. Jest on jednym z najbardziej zajętych ludzi. Codziennie sumuje wkład pracy każdego zatrudnionego, przelicza według normy na liczbę godzin, by w piątek zliczyć wszystko razem. Z tymi zbiorczymi danymi dziennymi udaje się do kartoteki, w której przechowywane są dane personalne, by na tej podstawie ilość godzin przeliczyć na wynagrodzenie, od którego z kolei odlicza liczne składki i podatki, które pracujący człowiek winien jest państwu. Z tym wszystkim pan Lubryka musi uporać się punktualnie, aby każdy pracownik firmy Konik & Haftka w piątek wieczorem znalazł należną kwotę wynagrodzenia w swojej kopercie.

Na rysunku przedstawia się to jeszcze piękniej niż w tych kilkunastu wierszach, które do tej pory poświęciliśmy działalności pana Lubryki.

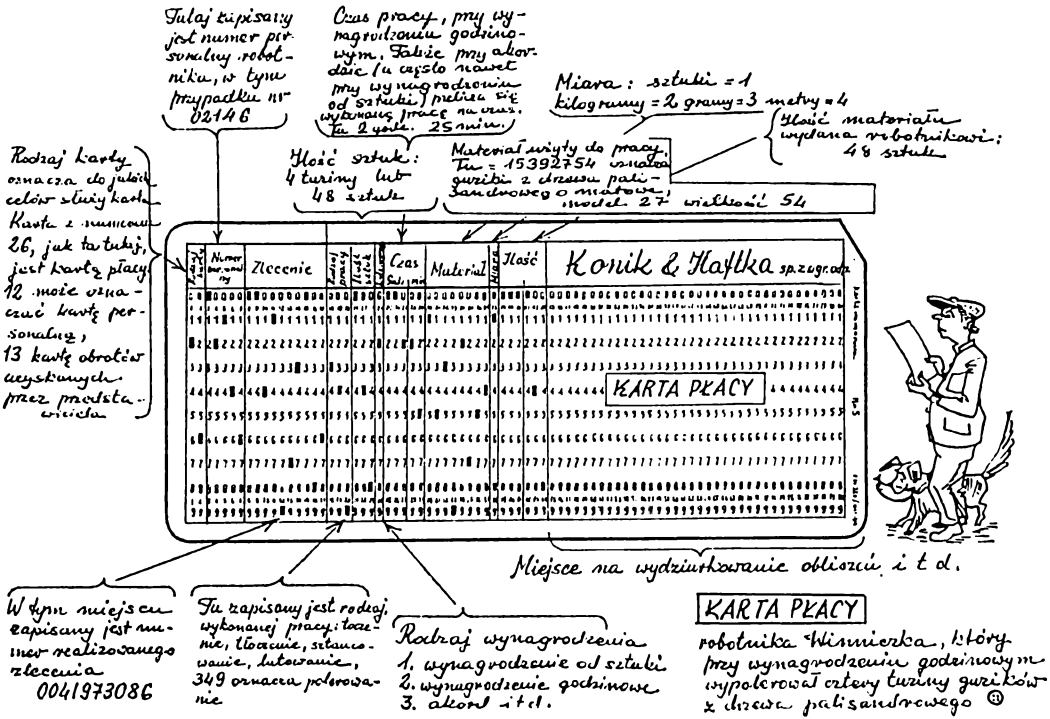
Widać tam nie tylko pana Lubrykę, lecz również kartotekę danych personalnych oraz dane dzienne, które napływają w ilościach zatrważających. Pan Lubryka liczy dzielnie wynagrodzenia, a ponieważ jest człowiekiem bardzo pilnym, więc od poniedziałku do czwartku zestawia jeszcze statystykę: jaka część kosztów wynagrodzenia przypada na produkcję guzików do mundurów, ile w marcu wynosiły koszty opracowania plastycznego zapięć do kostiumów, jakie sumy trzeba było przeznaczyć na urlopy i zasiłki dla karmiących matek — itd.

A teraz musimy się Państwu przyznać, epoka w której tworzyliśmy ten piękny i prawdziwy portret pana Lubryki jest już o dobrą chwilę za nami. Czas jak zwykle, nie stał w miejscu i nasza firma rozrosła się. Na przykład obroty za zapinki brokatowe podniosły się znacznie. Zapotrzebowanie na guziki do mundurów także wzrosło. I tak pewnego dnia pan Lubryka pisze najuprzejmiejszy memoriał do pana Konika (jeden odpis dla pana Haftki), w którym stwierdza pilną potrzebę zakupienia kilku maszyn licząco-analitycznych, gdyż w przeciwnym razie liczba jego nadgodzin będzie musiała wzrosnąć o tyle, że nawet on sam nie potrafi tego obliczyć. Maszyny licząco-analityczne, pisze pan Lubryka, są bardzo praktyczne. Można by, na przykład, wszystkie karty dzienne zastąpić kartkami dziurkowanymi. Sprowadziłoby się to do tego, że pracownice podległe panu Lubryce dziurkowałyby na kartach dane: czas pracy czy wynagrodzenie od sztuki, dostarczone przez mistrza wydziału. Jedna z kart dziennych robotnika Winniczka, którego praca w tym przypadku polegała na tym, żeby cztery tuziny kunsztownych guzików do płaszczy z drewna palisandrowego wypolerować na wysoki połysk, mogłaby wtedy wyglądać na przykład jak ta na rysunku na str. 10.

W zależności teraz od tego, czy robotnik wykonuje wiele zamówień specjalnych, czy też osiem godzin bez przerwy stoi przy prasie, drukuje się dla niego jedną albo więcej kart pracy dziennie. Może się zdarzyć, że panna Miłkowska dziurkująca karty ma bardziej zaprzątniętą głowę osiągnięciami pana Chwackiego w czasie wolnym od pracy niż wynikami pracy innego robotnika powiedzmy pana Dziarskiego i dlatego być może kartę pana Dziarskiego, przez przeoczenie, wydziurkuje na jego niekorzyść. Dlatego więc wszystkie karty są jeszcze raz sprawdzane. Jakaś inna panienka wkłada wydziurkowaną kartę do sprawdzarki i drukuje dane pana Dziarskiego jeszcze raz. Jeśli zgadzają się z danymi wydziurkowanymi uprzednio, wtedy urządzenie daje się tym zadowolić i wybija w prawym górnym rogu karty małe półkole. Jeśli zaś nie — wtedy jeszcze raz od początku. A do tego reprymenda dla panny Miłkowskiej!

Wydziurkowane karty są w miarę ich napływania gromadzone. I tak dzieje się aż do piątku. Wtedy pan Lubryka sadza sekretarkę do sortera, który sortuje karty według numerów robotników.

Takie urządzenie ma u góry zasobnik, do którego wkłada się wszyst-


Tutaj zapisany jest numer personalny robotnika, w tym przypadku nr 02146
Czas pracy, przy wynagrodzeniu godzinowym. Także przy akordzie (a często nawet przy wynagrodzeniu od sztuki) pielęga się wykonaną pracę na czas. Tu 2 godz. 25 min.
Miara: sztuki = 1
kilogramy = 2 gramy = 3 metry = 4
Ilość materiału wydana robotnikowi: 48 sztuk
Rodzaj karty oznacza do jakich celów służy karta. Karta z numerem 26, jak ta tutaj, jest kartą płacy. 12 może oznaczać kartę personalną, 13 kartę obrotów uzyskanych przez przedstawiciela
Ilość sztuk: 4 tuziny lub 48 sztuk
Materiał użyty do pracy. Tu = 15392754 oznacza guziki z drzewa palisandrowego o matowej, model 27 wielkości 54
Numer personalny
Zlecenie
Rodzaj pracy
Ilość sztuk
Czas
Materiał
Miara
Ilość
Konik & Haftka sp. z ogr. odp.
KARTA PŁACY
Miejsce na wydziurkowanie obliczeń i t d.
W tym miejscu zapisany jest numer realizowanego zlecenia 0041973086
Tu zapisany jest rodzaj wykonanej pracy: toczenie, tłoczenie, sztancowanie, lutowanie, 349 oznacza polerowanie
Rodzaj wynagrodzenia
1. wynagrodzenie od sztuki
2. wynagrodzenie godzinowe
3. akord i t d.
KARTA PŁACY
robotnika Winniczka, który przy wynagrodzeniu godzinowym wypolerował cztery tuziny guzików z drzewa palisandrowego

kie karty, u dołu zaś trzynaście kaset, w których zbierają się sortowane karty. Ma poza tym gałkę, przy pomocy której panna Szybka — bo tak nazywa się sekretarka — nastawia numer kolumny, według której ma być przeprowadzone sortowanie (cechą takich urządzeń jest to, że mogą przeprowadzać sortowanie tylko według jednej kolumny karty dziurkowanej).

Jeśli spojrzą Państwo znowu na stronę 10 wtedy przekonają się Państwo, że numer robotnika jest wydziurkowany w kolumnach od 3 do 7. Panna Szybka zna to na pamięć — a jeśli nie, wtedy zagląda do swojej instrukcji pracy. Nastawia gałkę na numer 7 i włącza. Coś szumi. Elektryczne szczoteczki z błyskawiczną szybkością odczytują na każdej karcie zawartość kolumny 7 i w zależności od odczytu otwiera się dla każdej karty odpowiednia droga. W ciągu kilku minut pierwszy etap sortowania jest już zakończony. W kasecie z numerem 0 leżą te karty, które w kolumnie 7 mają wydziurkowane 0, w kasecie z numerem 1 te, które w kolumnie 7 mają wydziurkowane 1, w kasecie z numerem 2... itd. Ponadto w kasecie z numerem 13 znajdują się karty, które w badanej kolumnie nie mają wydziurkowanej ani jednej liczby lub mają dwie. Te właśnie błędne karty zamierza pan Lubryka zabierać do domu, aby w niedzielne popołudnie grać ze swoim synem w przetwarzanie danych.

Gdy już wszystkie karty wpadły do kaset panna Szybka wyjmuje je i układa w wysoki stos w takiej kolejności, że te z kasety zerowej znajdują się na samej górze, następnie nastawia gałkę na numer kolumny 6 i powtarza sortowanie od początku.

Czynność sortowania powtarzana jest w sumie cztery razy — od kolumny 7 do kolumny 4, po czym wszystkie karty są uporządkowane według numerów robotników. (Kolumna numer 3 nie gra na razie żadnej roli i pomyślana jest na przyszłość na wypadek, gdyby się pewnego dnia okazało, że firma Konik & Haftka ma teraz znacznie więcej zatrudnionych).

Uporządkowany stos kart zanosi panna Szybka do urządzenia zwanego kolatorem. Teraz wyjmuje z kasy pancernej następny stos kart. Są to karty personalne, na których wydziurkowane są wszystkie dane, o których już mówiliśmy: stawka płacy, liczba dzieci, wyznanie. Każda karta personalna zawiera oczywiście również numer robotnika.

Te karty sekretarka powierza również kolatorowi, przyciska guzik włączający urządzenie i zapala papierosa. Na tę chwilę odpoczynku dobrze sobie zasłużyła.

Co dzieje się tym czasem w kolatorze? Odczytuje on numer robotnika na pierwszej karcie personalnej, następnie numer na pierwszej karcie dziennej. Jeśli oba numery zgadzają się to odczytywany jest numer na następnej karcie dziennej dopóty, dopóki numer na karcie dziennej nie zmieni się. Wtedy wyciągana jest następna karta personalna i sytuacja powtarza się.

Karty personalne i karty dzienne, których numer jest identyczny składane są razem tak, że cały stos kart, który w końcu wychodzi z ko-

latora na światło dzienne, ułożony jest znowu według numerów, ale teraz karty personalne powkładane są między karty dzienne.

Całe to sortowanie i łączenie przeprowadzane jest dla zachowania porządku w tej „grze w karty". Liczenie zacznie się dopiero teraz. Panna Szybka zanosi karty do głównej części urządzenia — kalkulatora, a gdy je wszystkie do niego włoży sortowanie i łączenie kart zaczyna się na nowo.

Kalkulator jest kombinacją zwykłego biurowego elektrycznego arytmometru oraz czytnika i dziurkarki kart. Na tablicy połączeń ustala się (w taki sposób jak niegdyś panienki z central telefonicznych — przy pomocy wtyczek), jakie obliczenia mają być wykonane, czy obliczyć sumę liczb zapisanych w kolumnach 25 do 29 na wszystkich kartach o tym samym numerze; czy otrzymaną sumę wymnożyć z kolumną 13 karty personalnej; czy od tego należy odjąć kolumnę 21 karty personalnej; ... itd.

Wyniki są dziurkowane przez przyrząd na nowych kartach, albo w wolnych kolumnach tych samych kart. Przy dużych obliczeniach wyniki częściowo są wyprowadzone na tzw. karty sumaryczne, które będą znowu użyte przy późniejszych cyklach obliczeń. Kalkulator to jeszcze nie elektroniczna maszyna cyfrowa, ale już bardzo udane jej przybliżenie.

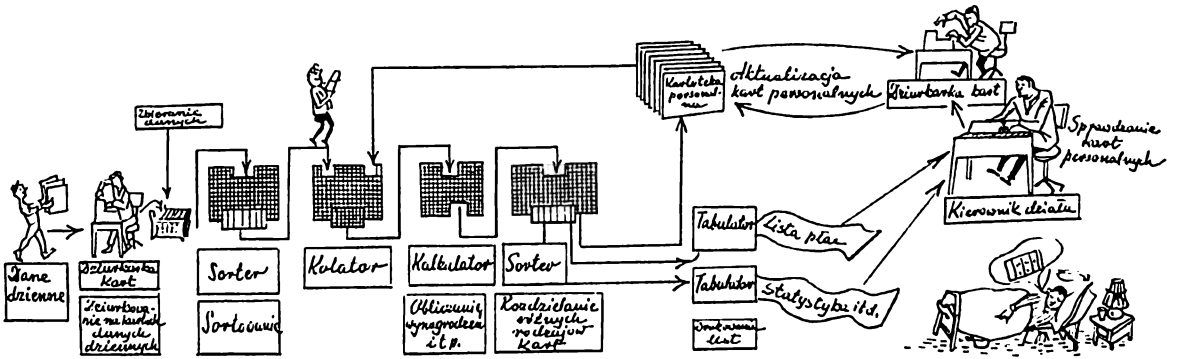
Co dzieje się dalej? Podziurkowany, ogromny stos kart opuszcza urządzenie. Panna Szybka taszczy to wszystko znowu do sortera, ale tym razem nastawia numery kolumn 2 i 1, bo sortowanie będzie przebiegać według rodzajów kart, karty dzienne mają numer 26, karty personalne — 12, karty sumaryczne od 20 do 49 (każda firma ustala to sobie sama według swoich potrzeb).

Posortowane karty personalne, które są znów ułożone według kolejnych numerów wędrują na powrót do kasy pancernej. Wszystkie karty dzienne trafiają do wielkiego kosza. Będą one później dalej sortowane i użyte do obliczeń dla celów statystyki zakładowej i kalkulacji. Karty sumaryczne idą zaś prosto do ognia — nie będą już potrzebne — z wyjątkiem kart sumarycznych z numerem 30. Te, również ułożone według numerów, zawierają nie tylko wyniki tygodniowej pracy i wynagrodzenie brutto każdego robotnika ale również, wydziurkowane na końcu cyklu obliczeń, wszystkie potrącenia i wynagrodzenie netto.

Z tymi kartami panna Szybka udaje się do urządzenia zwanego tabulatorem, który potrafi wydziurkowane liczby wydrukować w ich zwykłej graficznej postaci na taśmie papierowej. Stąd właśnie pan Lubryka otrzyma listę płac, według której powinien wypłacać pieniądze.

(A jeżeli do tego jeszcze potrzebna byłaby na przykład łączna suma określonych rodzajów wynagrodzeń, to tabulator też potrafi to zrobić).

Pan Lubryka, z gorliwością jakiej byliśmy świadkami, objaśnił cały system kart dziurkowanych panom Konikowi i Haftce. Na panu Koniku (po konsultacji z panem Haftką) wywiera to tak wielkie wrażenie, że rzeczywiście kupuje on cały zestaw urządzeń. Jak wygląda teraz biuro pana Lubryki możemy zobaczyć na rysunku ze strony 13.


Dane dzienne
Dziurkowanie kart
Sprawdzanie danych dziennych
Zbieranie danych
Sorter
Sortowanie
Kalator
Kalkulator
Obliczanie wynagrodzeń itp.
Sorter
Rozdzielanie odrębnych kart
Karteteka personalna
Aktualizacja kart personalnych
Tabulator
Lista płac
Tabulator
Statystyka itd.
Sortowanie kart
Dziurkarka kart
Sprawdzanie kart personalnych
Kierownik działu

Ponieważ pan Lubryka ma teraz więcej czasu niż dawniej, więc znajduje wolne chwile do marzeń. A marzy pan Lubryka o dalszych urządzeniach, a więc o reproduktorze kart i nowych dziurkarkach, o nowoczesnym czytniku kart i o pewnym nadzwyczaj skomplikowanym systemie kart sumarycznych, który pozwoli system kart dziurkowanych wprowadzić w całym zakładzie.

A tymczasem czas szybko wyprzedził go. A również i pan Haftka, który zawsze idzie z postępem nie pozostał w tyle. I oto pewnego dnia znalazł się pan Lubryka w całkiem odmiennym otoczeniu. Dlaczego? Dlatego, że pan Haftka (po konsultacji z panem Konikiem) powiedział, całkiem słusznie, że cały ten zespół urządzeń należy właściwie do młodocianych lat epoki przetwarzania danych, podczas gdy żyjemy raczej w okresie jej lat dojrzałych.

I tak doszło do tego, że niepostrzeżenie znalazł się pan Lubryka twarzą w twarz z maszyną cyfrową. Ale to już całkiem inny rozdział.

Zwinięta pamięć

Co się dzieje z liczbami?

Wydaje się, jak gdyby to dopiero wczoraj została wynaleziona pierwsza maszyna cyfrowa, a tymczasem dowiadujemy się od ludzi znających się na rzeczy, że żyjemy już w okresie trzeciej generacji maszyn cyfrowych.

Na początku pierwszej generacji, która ginie w mgle historii były maszyny — giganty — bohaterowie, samotnicy, stworzeni ręcznie w laboratoriach Stanów Zjednoczonych.

Zamierzchłe czasy maszyn cyfrowych, to ciągłe przepalanie się lamp w najnieodpowiedniejszej chwili i kopcące styki. Kiedy to było? Gdzieś około 1945 r. Potem przyszły pierwsze maszyny seryjne, ale jeszcze na lampach elektronowych. W zestawieniu z dzisiejszymi działają one jak mały BMW-Dixi w porównaniu z długim Mercedesem 600. Ale — tak samo jak mały Dixi — spełniały jednak swą funkcję.

Pojawiła się druga generacja na tranzystorach i diodach półprzewodnikowych, które wyparły lampy elektronowe. Było to wielką zaletą tych maszyn, gdyż mała trwałość lamp elektronowych bardzo zmniejszała użyteczność maszyn poprzedniej generacji. Im większa była maszyna, tym częściej coś przepalało się w niej i przerywało obliczenia. Tranzystory i inne elementy półprzewodnikowe są natomiast prawie wieczne.

Trzecia generacja, znajduje się w toku rozwoju. Charakteryzuje ją mikroskopijna wielkość elementów i wymienność poszczególnych zespołów i urządzeń (jak dowiemy się o tym jeszcze w rozdziale „Bawimy się w klocki").

Podczas gdy same maszyny cyfrowe komplikowały się coraz bardziej, ich obsługa upraszczała się. Dążenia konstruktorów, aby coraz więcej pracy organizacyjnej przekazać samej maszynie prowadziły do tego, że w coraz większym stopniu stawała się ona automatem. Dążenia te dały pierwsze wyniki jeszcze w drugiej generacji, by w trzeciej generacji dojść do perfekcji.

Sama koncepcja budowy maszyny cyfrowej, we wszystkich generacjach nie uległa jednak zmianie. Nie chcemy tu jednak zagłębiać się w istotę zagadnień technicznych i elektronicznych, a jeśli Państwo zechcą kiedyś dowiedzieć się dokładniej o tych sprawach, to polecamy

bardzo interesującą książkę „O czym myśli mózg elektronowy". Uważamy ją za najlepszą książkę, jaka kiedykolwiek na ten temat została napisana, a znamy ją wystarczająco dobrze by to twierdzić, sami ją bowiem napisaliśmy.

W tej książce dla odmiany chcemy ograniczyć się do rozważenia układu logicznego maszyny cyfrowej.

A więc: najważniejsza część maszyny cyfrowej, czyli głowa i serce — jeśli kto woli — składa się z trzech urządzeń: pamięci, arytmometru i jednostki sterującej. Te trzy części współpracują ze sobą w nierozłącznym zespole.

Pamięć musi przechowywać wszystkie liczby lub znaki, które ma przetwarzać arytmometr i jest pośrednikiem w komunikacji ze światem zewnętrznym. Arytmometr nigdy bowiem nie komunikuje się bezpośrednio z tym co się dzieje na zewnątrz maszyny, załatwia to właśnie pamięć. Przyjmuje ona wszystkie dane, które przychodzą z urządzeń wejściowych. Dopiero gdy wszystkie dane znajdują się w pamięci wchodzi do akcji arytmometr i pobiera dane z pamięci w miarę jak są mu potrzebne. Również wyniki częściowe i dane, które w toku obliczeń będą jeszcze potrzebne, wracają do pamięci, która je wiernie przechowuje. Nawet sam wynik końcowy trafia najpierw do pamięci, która wydaje owoc wspólnej pracy wtedy, gdy już arytmometr spoczywa po dokonanej pracy.

Dlaczego przy wprowadzaniu i wydawaniu danych korzysta się z pośrednictwa pamięci? Arytmometr i pamięć są jak syjamscy bracia, pracują w zgodnym takcie, z taką samą, niezwykle dużą prędkością. Pamięć składa się z metalowych rdzeni magnetycznych albo z obwodów tranzystorowych, które mogą zmieniać swój stan pod wpływem impulsów elektrycznych. Również arytmometr składa się z diod i obwodów tranzystorowych. Operacja arytmetyczna — na przykład dodawanie — jest dlatego tylko przebiegiem elektrycznych połączeń pomiędzy pewnymi komórkami pamięci a arytmometrem, zdarzeniem trwającym milionowe części sekundy. Gdyby teraz arytmometr podłączony był bezpośrednio do stosunkowo powolnych urządzeń wejściowo-wyjściowych wyglądałoby to tak, jak gdyby szybki pociąg pospieszny musiał zatrzymywać się na wszystkich wiejskich stacyjkach.

(Pamięć, wbudowana na stałe w maszynę cyfrową, dotrzymywać musi kroku arytmometrowi i dlatego nazywa się szybką pamięcią [2]), w odróżnieniu od innych pamięci, o których będzie jeszcze mowa później).

A jakie jest zadanie jednostki sterującej? Organizuje ona współpracę między arytmometrem a pamięcią operacyjną, między pamięcią operacyjną a urządzeniami wejściowo-wyjściowymi i organizuje tempo wykonywanych obliczeń. Dalej, sterowanie wskazuje, jaka liczba z jakiego miejsca pamięci operacyjnej ma być przesłana do arytmometru i jakie operacje należy wykonać a następnie w jakim miejscu pamięci ma być umieszczony wynik, oraz co ma zdarzyć się potem.

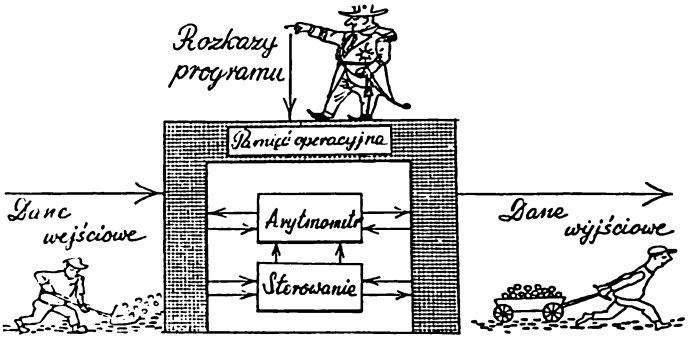
Kto jednak daje te wszystkie instrukcje jednostce sterującej, która jest też tylko częścią maszyny? Robi to programista — a więc człowiek.

Do dzisiejszego dnia nie istnieje maszyna cyfrowa, która potrafiłaby sama przedsięwziąć coś, co przedtem nie zostało określone rozkazem przez człowieka.

Programista wyznacza za pomocą instrukcji czynności maszyny. Ustala w programie cały przebieg obliczeń, krok po kroku, od początku aż do pomyślnego zakończenia.

Program taki zostaje, rozkaz po rozkazie, w postaci grup liczb lub znaków, również zapisany w pamięci operacyjnej maszyny. Stąd właśnie bierze jednostka sterująca kolejne instrukcje.

W ten sposób przedstawiliśmy współpracę trzech najistotniejszych części maszyny cyfrowej. Teraz chcielibyśmy opisać to Państwu jeszcze raz w sposób bardziej szczegółowy.



Po pierwsze: *pamięć operacyjna*. Można ją, jak kto chce, podzielić na bloki: blok danych, blok wyników, blok programów, blok obliczeń. W praktyce jest to jeden duży blok pamięci operacyjnej, w której komórkach można wedle potrzeb umieszczać dane, rozkazy programu i wyniki obliczeń.

Jest jasne, że maszyna cyfrowa ma tym większą zdolność przetwarzania, im większą pojemność ma jej pamięć operacyjna. Długie obliczenia, albo obszerne programy nie mogą w ogóle być liczone na maszynie o małej pojemności pamięci operacyjnej, gdyż jak już wiemy, w pamięci musi zmieścić się cały program (z setkami rozkazów), dane wejściowe, wyniki, a do tego jeszcze wyniki częściowe obliczeń. W ten sposób tysiące komórek pamięci operacyjnej zostają szybko zapełnione.

Dlatego już nawet najmniejsze maszyny cyfrowe mogą pamiętać 1000 albo 2000 jednopozycyjnych liczb; ich większe siostry przyjmują do swych pamięci tysiąckrotnie więcej danych. Każda komórka pamięci ma swój adres, jak gdyby swój numer domu i już w programie (dla małych maszyn, bo duże robią to samodzielnie) zostają określone adresy komórek, w których mają być umieszczone poszczególne rozkazy, dane, wyniki czę-

ściowe i wyniki końcowe. Ponieważ znaczna część miejsca pamięci operacyjnej, która na początku była zajęta, może być zwolniona w trakcie obliczeń i zajęta na nowo, więc od zręczności programisty zależy, czy potrafi on także maszynę o małej pamięci operacyjnej przystosować do większych obliczeń.

Po drugie: *Arytmometr.* Jest to miejsce, w którym liczby, przesłane z pamięci operacyjnej w postaci elektrycznych impulsów, są poddawane operacjom dodawania, odejmowania, mnożenia, dzielenia. Maszyna cyfrowa może wykonywać tylko te cztery podstawowe operacje arytmetyczne. Bardziej skomplikowane operacje, jak pierwiastkowanie czy całkowanie, muszą być wykonywane przez składanie ich z operacji podstawowych. Niektóre maszyny cyfrowe nie mają nawet osobnych operacji mnożenia i dzielenia i mnożą przez wielokrotne dodawanie tej samej liczby, a dzielą przez wielokrotne, aż do skutku, odejmowanie.

Podstawowe operacje arytmetyczne, na przykład dodawanie, są wykonywane w arytmometrze maszyny cyfrowej, z dużą prędkością sięgającą w najbardziej nowoczesnych maszynach ułamka milionowej części sekundy. Także bardziej skomplikowana operacja jak pierwiastkowanie na przykład, które składa się z szeregu operacji podstawowych, trwa w sumie nie więcej niż kilka tysięcznych części sekundy.

Po trzecie: *Jednostka sterująca.* Jest to centrala dyspozycji. Tutaj jeden po drugim zostają wprowadzone rozkazy programu i przekształcone na ciągi impulsów sterujących. Stąd organizowane jest przez maszynę przesyłanie danych z pamięci do arytmometru i z powrotem. Tutaj podejmuje maszyna wszystkie decyzje, które zostały jej przez program zlecone: czy trzynasta pensja robotnika Winniczka jest wyższa od 100 marek? Jeśli tak musi być odliczony podatek. Czy jest niższa? Wtedy podatkiem można się nie zajmować i maszyna może wykonać „skok" (tak nazywa się to w komputerowej gwarze) do następnego obliczenia.

Decyzja o wykonaniu skoku zapada w urządzeniu sterującym. Ono także troszczy się o to, by na końcu jednego cyklu obliczania wynagrodzenia (by pozostać jeszcze przy tym przykładzie, ale proszę nie myśleć, że maszyna cyfrowa nie potrafi robić nic innego poza obliczaniem list płac! Przykład jest bardzo praktyczny, ponieważ właśnie pochodzi z czystej praktyki) — na końcu zatem jednego cyklu obliczania wynagrodzenia jednostka sterująca wymazuje z pamięci niepotrzebne dane i wprowadza dane następnego robotnika. Jednostka sterująca wreszcie daje sygnał: koniec pracy!

Te trzy urządzenia — pamięć, arytmometr i jednostka sterująca — są tak jak mówiliśmy, częścią centralną każdej maszyny elektronicznej. Od tego jak dobrze są one wykonane, jak pojemna jest pamięć i jak szybki jest arytmometr, zależą różnice w jakości poszczególnych typów maszyn.

No ale jeszcze możliwość przyłączenia urządzeń dodatkowych, bez

których nie można nic zrobić. Nasza maszyna cyfrowa, tak jak ją do tej pory przedstawiliśmy, nie jest niczym innym, jak pożałowania godnym kaleką bez oczu, uszu, rąk i nóg. Jak przekazuje się jej dane o wynagrodzeniu robotnika Winniczka? A jak ona przekazuje nam wynik swego rachunkowego trudu?

Przyjmijmy na początku najprostszą możliwość: na miejsce kalkulatora, w obiegu kart dziurkowanych zainstalowana została mała elektroniczna maszyna cyfrowa (Przedstawiliśmy to na pięknym rysunku ze str. 13).

Co dzieje się w tym przypadku? Dane personalne i dane dzienne wydziurkowane na kartach, które zostały uprzednio posortowane a następnie połączone wkłada się teraz nie do kalkulatora, a do czytnika kart. Czytnik taki, tak samo jak sorter, kolator czy tabulator, wyposażony jest w czujniki, które wszystkie dziurki na karcie zamieniają na impulsy elektryczne. Te właśnie impulsy przekazywane są maszynie elektronicznej, która przechowuje je w swojej pamięci. Kiedy już wszystkie informacje o robotniku Winniczku — tak dane personalne, jak dane dzienne — zostają przesłane do pamięci i ukaże się karta personalna następnego robotnika, wtedy czytnik kart zatrzymuje się i podaje maszynie sygnał: Droga wolna!

Maszyna zaczyna wtedy liczyć, podobnie jak kalkulator, tylko wielokrotnie szybciej: sumuje karty dzienne, mnoży przez stawkę płacy, potrąca podatki i składki. Wyniki oczekują w pamięci operacyjnej do czasu, aż zostaną wykonane wszystkie obliczenia i dopiero wtedy przesyłane są w postaci elektrycznych impulsów do dziurkarki kart. Dziurkarka produkuje nowe karty, które zostaną przeniesione przez pannę Szybką do tabulatora — i tak dalej, jak to już widzieliśmy w pierwszym rozdziale.

Tak wygląda to w najprostszym przypadku zastosowania elektronicznego kalkulatora do obliczeń. Trzy rozdziały dalej przeczytamy o tym jeszcze więcej.

Pan Lubryka nie powinien przy tym zapomnieć o jednym (o czym my niemal zapomnieliśmy Państwu opowiedzieć), że do maszyny cyfrowej na samym początku musi być wprowadzony program obliczania wynagrodzenia, gdyż bez tego nie może ona pracować.

Program jest również wydziurkowany na kartach i tworzy ładny stosik złożony z wielu setek kart. Pan Lubryka przechowuje troskliwie program w swojej szafie (bo gdyby chociaż jedna karta zgubiła się, cały program byłby bezwartościowy i pan Haftka mógłby się zdenerwować). Za każdym razem na początku obliczania wynagrodzeń wprowadza program do maszyny poprzez czytnik kart.

Program zawiera naturalnie tylko jeden pojedynczy cykl obliczania wynagrodzenia, ale przy jego pomocy można obliczyć wynagrodzenie dziesięciu, stu czy nawet pięćdziesięciu tysięcy zatrudnionych, bo maszyna cyfrowa zaczyna wykonywać ten program od początku przy każdym nowym numerze robotnika.

Pan Lubryka jest bardzo zadowolony ze swojej maszyny cyfrowej

od czasu, gdy uznał, że nawet maszyna cyfrowa musi mieć szefa i nie zamierza go wcale pozbawić pracy kierownika wydziału.

Także pan Konik jest zadowolony, bo zrozumiał, że nie będzie już teraz musiał powiększać księgowości zakładu, nawet gdyby firma rozrosła się trzykrotnie. Koleżanka Maszyna Cyfrowa załatwi to wszystko.

Tylko dalekowzroczny pan Haftka przegląda już teraz nowe prospekty, gdyż chce wiedzieć jakie jeszcze możliwości oferuje rynek maszyn cyfrowych.

A możliwości jest wiele. Maszyna firmy Konik & Haftka należy do mniejszych. Istnieje wiele rozbudowanych, zmienionych i zmodyfikowanych typów i to zarówno ze względu na różne możliwości konstrukcji pamięci jak i ze względu na możliwości przyłączenia „urządzeń peryferyjnych", przy pomocy których odbywa się wprowadzenie i wyprowadzenie danych.

Opowiedzmy najpierw o możliwościach pamięci! Mówiliśmy już o tym, że pojemność pamięci operacyjnej jest miarą jakości maszyny cyfrowej. Ale pamięć operacyjna, o której do tej pory była mowa, jest tak droga, że przedtem należałoby dokładniej rozważyć jej koszt.

Przy produkcji maszyn elektronicznych także nie wyrzuca się pieniędzy na wiatr. Dlatego, gdy mieszcząca się w granicach rozsądku pojemność pamięci operacyjnej nie wystarcza, używa się również pamięci pomocniczych które nie są wprawdzie tak szybkie, ale które są za to istotnie tańsze.

Najdroższe pamięci operacyjne zbudowane są z obwodów tranzystorowych tzw. przerzutników (taki przerzutnik jest drobiazgiem, z którego części można w razie potrzeby zbudować także aparat radiowy, a do zapamiętania pojedynczej, jednocyfrowej liczby potrzeba go cztery do pięciu sztuk za cenę około 500 marek). Trochę taniej kosztuje pamięć zbudowana z rdzeni magnetycznych, nanizanych jak perełki w hafcie na siatkę miedzianych przewodów. Zalety drogiej pamięci operacyjnej są nam już znane, przechowywane dane mogą być tak szybko przekazane do arytmometru, że nie przedłuża to czasu przełączania i procesu obliczeń. *Czas dostępu* (taki jest termin techniczny) do takiej pamięci jest rzędu jednej milionowej części sekundy, a nawet krótszy.

Dla oszczędności używa się często taśm magnetycznych, które znajdują się w osobnych urządzeniach na zewnątrz maszyny cyfrowej i mogą być dowolnie wymieniane. Dane personalne, programy, listy, wzory można zapisywać na takiej taśmie, podobnie jak nagrywa się muzykę na taśmie magnetofonowej i można je dowolnie długo przechowywać. Pojemność takich zwojów pamięci jest nadzwyczaj duża. Niestety jednak czas dostępu, w porównaniu z pamięcią operacyjną, jest znacznie dłuższy i może trwać sekundy, a nawet minuty zanim maszyna odczyta na taśmie szukaną informację, liczbę lub wzór.

Dla maszyny cyfrowej jest to za długo. Dlatego przyjęto przechowywać informacje na taśmach magnetycznych połączone w pokrewne grupy (tzw. bloki). Dane z takiego bloku nie są przesyłane do arytmometru pojedynczo lecz przepisuje się najpierw cały blok do pamięci

operacyjnej i dopiero stamtąd wprowadza się dane do arytmometru. Wbrew pozorom, w rzeczywistości tak jak szybciej.

Miejsce pośrednie między pamięcią operacyjną a pamięcią na taśmach magnetycznych zajmuje pamięć na bębnach magnetycznych. Informacje przechowuje się w sposób podobny jak na taśmie magnetycznej, na powierzchni bębnów, które pokryte są materiałem magnetycznym i odczytuje się je analogicznie za pomocą głowic odczytu.

Bębny magnetyczne wbudowane są na stałe w maszynę cyfrową i obracają się z prędkością około 50 obrotów na sekundę. Średni czas dostępu do informacji zapisanej na bębnie wynosi dziesięć milisekund (tzn. 10 tysięcznych części sekundy, co równa się jednej setnej sekundy). Jest to prędzej niż przy taśmie magnetycznej, ale wolniej niż przy pamięci operacyjnej. Bęben jest za to droższy niż pamięć na taśmie magnetycznej, ale znacznie tańszy niż pamięć operacyjna o takiej samej pojemności. Na bębnie można przechowywać jeden do dwóch milionów cyfr, jest to jednak dużo mniej niż na taśmie magnetycznej, na której można przechowywać pięciokrotnie więcej. Krótko mówiąc jest to kompromis, ale rozsądny kompromis.

Zamiast bębnów magnetycznych wprowadza się obecnie w wielu maszynach pamięć na dyskach magnetycznych. W tym przypadku obraca się nie jeden bęben, lecz cały zestaw okrągłych dysków. Na dyski można wprowadzić więcej danych i całe urządzenie jest o wiele tańsze, ale za to czas dostępu wynosi i w tym przypadku około jednej dziesiątej sekundy.

Były to wariacje na temat pamięci. Obiecaliśmy jeszcze Państwu kilka wyjaśnień na temat urządzeń peryferyjnych. Chcielibyśmy w tym miejscu przedstawić je krótko, w kilku słowach, a resztę odłożyć do późniejszych rozdziałów.

A więc wprowadzenie danych nie musi odbywać się koniecznie przy pomocy kart dziurkowanych. Istnieją takie urządzenia wejściowe, które odczytują taśmy dziurkowane produkowane przez dalekopis. Taśmy magnetyczne, o których własnościach jako nośników pamięci była już mowa, okazały się również nośnikami dla wprowadzania danych. Można także (co jest czasami wygodne przy obliczeniach naukowych) wprowadzić informacje ręcznie. Można wreszcie (co jest z powodzeniem realizowane) przyłączyć maszynę bezpośrednio do sieci dalekopisowej lub innej sieci teletransmisyjnej. Pomysłów nie brak. Nie brak także firm, które urządzenia peryferyjne wszelkiego typu sprzedają i oddają w dzierżawę.

Ale poczciwa, stara karta dziurkowana jest ciągle jeszcze, naszym zdaniem, niezastąpiona jako środek pomocniczy do wprowadzenia danych.

A jak wygląda wyprowadzanie danych? Maszyna cyfrowa może wyprowadzać wyniki na taśmę magnetyczną, (to już słyszeliśmy), może zamiast na kartach dziurkować je na taśmie papierowej (co jest rzadko praktykowane) i może wydawać je na szybką drukarkę, to jest nie-

zwykle szybką maszyną do pisania, która w ciągu sekundy drukuje osiemnaście wierszy (tak, wierszy — nie znaków).

O maszynach cyfrowych w luksusowym wykonaniu będziemy jeszcze często mówić na kartach tej książki. Teraz jednak wróćmy do zwykłej maszyny licząco-analitycznej z elektronicznym kalkulatorem zainstalowanej i firmie Konik & Haftka. Chcemy Państwu pokazać co ona jeszcze potrafi, oprócz obliczania wynagrodzeń, gdyż byłoby wysoce nierentowne zatrudnianie tak sprawnego współpracownika tylko do tego celu. Miałby on wtedy przerwę w pracy w ciągu dwudziestu trzech godzin na dobę, a na to jest przecież za drogi.

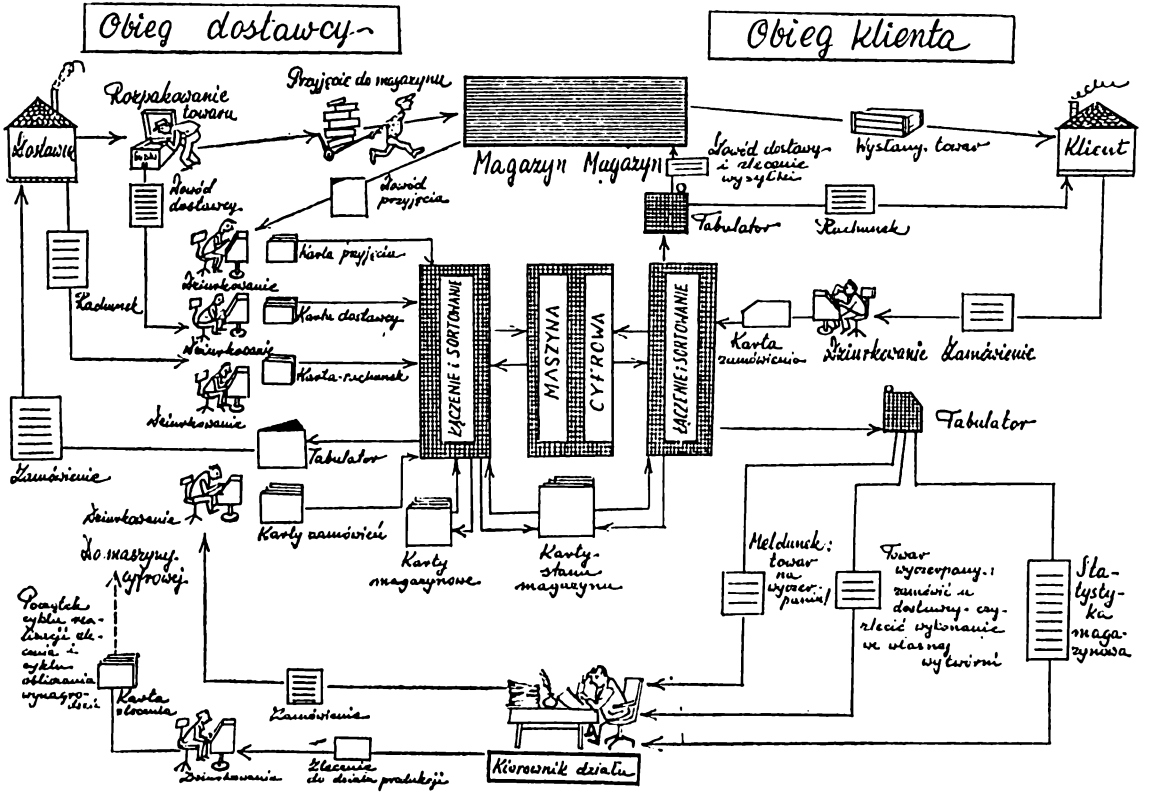
W firmie Konik & Haftka maszyna cyfrowa wykonuje także na przykład czynności związane z kontrolą magazynu. Jak już wspomnieliśmy firma ta produkuje nie tylko guziki, lecz również prowadzi sprzedaż hurtową. W piwnicach znajduje się olbrzymi magazyn z ciągnącymi się wzdłuż ścian dziesiątkami metrów regałów. Na regałach stoją pudełka pełne guzików z drewna, masy perłowej, metalu i sztucznego tworzywa. Guziki zrobione z rogów jelenich i sprasowane z odpadów przemysłowych. Różne rodzaje, różne wielkości. Wszystkie czekają na przyszycie do kurtek i spodni. Przy wielu tysiącach produkowanych wyrobów stałe dokładne rozeznanie sytuacji było dawniej po prostu niemożliwe. Bo i na guziki istnieją sezony. Płaszcze wiosenne są szyte przecież w innej porze roku niż zimowe palta, a prognoza zapotrzebowania na guziki do mundurów wymaga zdolności strategicznego przewidywania.

Pan Chomik zarządza magazynem od lat razem z pół tuzinem ruchliwych pomocników. A ponieważ obroty były duże, co jest zjawiskiem pocieszającym, nikt nie wiedział dokładnie kiedy i jaki rodzaj guzików będących na składzie osiąga minimalny stan, przy którym trzeba pilnie uzupełnić zapasy. Firma musiała więc całkowicie polegać na bezbłędnej intuicji długoletniego magazyniera pana Chomika, który wiedział o tym najlepiej. Jednakże w ostatnich latach okazało się to czasami ponad siły nawet samego pana Chomika. Za tak szybko zmieniającą się modą nie nadąży przecież żaden człowiek.

Człowiek nie, ale elektroniczna maszyna cyfrowa tak. Wprawdzie maszyna cyfrowa nie jest obdarzona intuicją pana Chomika, ale za to zna na bieżąco stan całego asortymentu guzików i sporządza panu Chomikowi co wieczór listy wszystkich krytycznych pozycji, na które przypuszczalnie należy sporządzić zamówienia. Pan Chomik zaś swoją niezawodną intuicję może wykorzystać tylko na to, aby określić które z wymienionych artykułów rzeczywiście należy zamówić, a które, ze względu na zmienioną modę, pominąć oraz produkcję jakich asortymentów ewentualnie podjąć na nowo.

Asortymentowi firmy wyszło to na dobre, stwierdził idący zawsze z postępem pan Haftka. I koszty magazynowe zmalały, gdyż zleca się do produkcji tylko tyle, ile rzeczywiście potrzeba, zauważył z zadowoleniem ściśle kalkulujący pan Konik.

Jak właściwie maszyna sprawuje tę kontrolę stanu magazynu? Przedstawiliśmy to na rysunku ze str. 23.


Obieg dostawcy
Obieg klienta
Dostawca
Rozpakowanie towaru
Przyjęcie do magazynu
Magazyn Magazyn
Dowód dostawcy
Dowód przyjęcia
Dowód dostawy i zlecenie wysyłki
Wysłany towar
Klient
Tabulator
Rachunek
Karta przyjęcia
Dziurkowanie
Karta dostawcy
Karta-rachunek
Rachunek
Zamówienie
ŁĄCZENIE i SORTOWANIE
MASZYNA CYFROWA
ŁĄCZENIE i SORTOWANIE
Karta zamówienia
Dziurkowanie
Zamówienie
Tabulator
Tabulator
Dziurkowanie
Karty zamówień
Karty magazynowe
Karty stanu magazynu
Do maszyny cyfrowej
Meldunek: towar na wyczerpaniu
Towar wyczerpany: zamówić u dostawcy - czy zlecić wykonanie we własnej wytwórni
Statystyka magazynowa
Początek cyklu realizacji zlecenia i cyklu obliczania wynagrodzeń
Karta zlecenia
Zamówienie
Dziurkowanie
Zlecenie do działu produkcji
Kierownik działu

Skrzynie z guzikami przychodzą — albo z własnych zakładów, albo od obcych dostawców — do magazynu. Tam w pomieszczeniu pomocniczym rozpakowuje się je a dołączony dowód dostawy wysyła się wewnętrzną pocztą do biura. W biurze na tej podstawie dziurkuje się kartę, która wędruje pod opiekę panny Szybkiej.

W magazynie tymczasem pudełka ustawia się na swoje miejsca a młodzieńcy, którzy tym się zajmują, wypisują dla każdej pozycji kartę przyjęcia do magazynu. Dane z tych kart zostają również tego samego dnia wydziurkowane na kartach perforowanych i przekazane pannie Szybkiej.

Po południu, gdy już żadna przesyłka nie jest spodziewana, maszyna cyfrowa zabiera się do księgowości magazynowej. Każdy rodzaj guzików ma osobną kartę magazynową, na której zaznaczone jest ile sztuk danego artykułu znajduje się jeszcze w magazynie. Maszyna cyfrowa, podobnie jak przy obliczaniu wynagrodzenia, łączy i sortuje karty, a następnie sprawdza czy karta przyjęcia do magazynu zgadza się z danymi dowodu dostawy. Jeśli dane zgadzają się, co w stosunkach między poważnymi firmami handlowymi powinno mieć miejsce, wtedy dostarczoną ilość dodaje do poprzedniego stanu i dziurkuje nową kartę magazynową. Na przykład: w magazynie znajdowało się trzysta sześćdziesiąt pudełek, a w każdym tuzin guzików „Plon" do strojów ludowych. Karta przyjęcia do magazynu i dowód dostawy stwierdzają, że przybyło sto nowych pudełek. Zatem starą kartę magazynową wyrzuca się i maszyna dziurkuje nową kartę: „czterysta sześćdziesiąt tuzinów guzików „Plon".

Na końcu maszyna wyciąga kartę magazynową z danymi stałymi, na której jest zaznaczona minimalna i maksymalna ilość guzików „Plon" jaką należy posiadać na składzie, sprawdza czy 460 tuzinów to jeszcze za mało czy już za dużo i dziurkuje kartę, która następnie w tabulatorze zostaje wydrukowana i stanowi podstawę do podjęcia decyzji przez pana Chomika

To jest tylko część działalności maszyny w magazynie. Do tego dochodzi jeszcze obsługa zamówień i prowadzenie rachunków. Przypuśćmy na przykład, że zakład krawiecki pana Fraczka jest zdecydowany podjąć ryzyko uszycia strojów ludowych i zamawia w firmie Konik & Haftka dziesięć pudełek guzików „Plon". Zamówienie przychodzi do biura, zostaje wydziurkowane na karcie i w tej postaci trafia do maszyny cyfrowej, która sprawdza na karcie magazynowej czy na składzie znajduje się wystarczająca do zrealizowania zamówienia ilość guzików „Plon". Jeśli tak, to przez tabulator wystawia zlecenie do magazynu: 10 pudełek guzików „Plon" dla firmy Fraczek!

Gdy towar jest już przygotowany, wtedy zlecenie, które ma tu akurat postać dowodu dostawy, zostaje dołączone do przesyłki. Jednocześnie można zlecić tabulatorowi przygotowanie rachunku (co przedtem, jak z przykrością stwierdził pan Konik, następowało najwcześniej 14 dni po wysyłce).

Oprócz guzików „Plon" firma Fraczek zamówiła także tuzin guzików

„Roderyk" do męskich kurtek z lodenu, ale tych właśnie, jak stwierdza wkrótce maszyna cyfrowa, nie ma już w magazynie, gdyż są poszukiwane dosyć rzadko. Pan Chomik znajduje na swoim biurku odpowiednią wiadomość od maszyny cyfrowej i musi teraz on sam, albo odpowiedni referent, podjąć, tak jak dawniej, decyzję: czy zamówienie pana Fraczka odesłać z żalem? Czy guziki zamówić u dostawcy? Czy zlecić wyprodukowanie guzików we własnym zakładzie?

Gdy decyzja jest już podjęta maszyna cyfrowa zostaje znowu zaprzęgnięta do roboty. Jeśli zamówienie należy złożyć u innego producenta maszyna notuje dane zamówienia i następnie, gdy gotowe guziki trafiają zwykłą drogą do magazynu, maszyna porównuje zamówienie z dostawą.

Jeśli zlecenie zostanie przekazane własnemu zakładowi, maszyna notuje w trakcie obliczania wynagrodzeń czas, potrzebny do wykonania tego zamówienia i stanowi to podstawę rachunku dla firmy Fraczek.

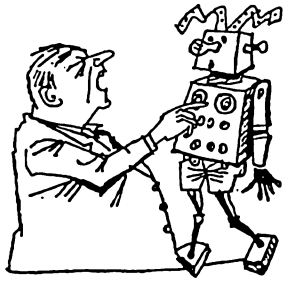
W przypadku gdy firma Konik & Haftka w ogóle nie chce przyjąć zamówienia pana Fraczka, wtedy pan Konik pisze osobiście list do niego, gdyż stary klient mógłby się poczuć urażony, gdyby otrzymał odmowę napisaną przez maszynę cyfrową.

Wszystko co opowiedzieliśmy Państwu o firmie Konik & Haftka jest oczywiście przykładem i to bardzo uproszczonym. W praktyce jest to wiele bardziej skomplikowane i jest to jednym z powodów, które sprawiają, że nie w każdym przedsiębiorstwie instaluje się maszyny cyfrowe. Przestawienie przedsiębiorstwa na elektroniczną technikę obliczeniową jest długotrwałe, czasochłonne i związane na ogół z dużymi zmianami organizacyjnymi. Byłoby nieekonomicznie, jak zauważyli to już panowie Konik i Haftka, ograniczyć zastosowanie maszyny cyfrowej do jednego tylko problemu i pozwolić jej próżnować przez większość czasu. Jeżeli ma być użyteczna, to wszechstronnie. Oznacza to jednak, że wszystkie procesy produkcyjne muszą być dokładnie i w najmniejszych szczegółach opisane na kartach dziurkowanych. Żadna karta obiegowa, żaden rachunek, żadne pobranie towaru z magazynu, żadna zmiana kalkulacji nie może być przez maszynę pominięta. W przeciwnym razie jej (drogo opłacony) czas pracy jest nierentowny.

Dla niektórych firm oznacza to zmiany większe, niż przejście do innej branży. Maszyna cyfrowa czuwa i sygnalizuje każde zaniedbanie. Koniec więc z zasiedziałą bezmyślnością! Zamiast tego w organizacji wszystkich procesów produkcji panuje rygor, porządek, dyscyplina i tym podobne nieprzyjemne rzeczy.

Znane są wypadki, w których przedsiębiorstwa po przestawieniu się na elektroniczne przetwarzanie danych (takie przestawienie może wszakże zająć dwa lub więcej lat) prawie nie potrzebowało już maszyny cyfrowej, gdyż sama bardziej sprężysta organizacja spowodowała znaczny postęp w przedsiębiorstwie.

Opór przeciwko wprowadzaniu elektronicznej techniki obliczeniowej w przedsiębiorstwie pochodzi także często ze strony, którą wydawałoby się można spokojnie zlekceważyć, a mianowicie ze strony pracowników, którzy upatrują w niej koniec miłego bałaganu.



Do you speak Algol?

Jak rozmawia się z maszyną cyfrową

Gdy warszawski okulista Zamenhoff zdenerwował się już dostatecznie, że Hiszpanie, Turcy i Chińczycy, mówiący różnymi językami, nie mogą porozumieć się ze sobą wzajemnie, wynalazł esperanto jako wspólny język dla całego świata. Nic to jednak nie pomogło. Tak jak dawniej ludzie mówią po hiszpańsku, turecku i po chińsku oraz w kilku dziesiątkach innych języków. Oprócz tego w kołach związanych z maszynami cyfrowymi rozmawia się w językach Algol, Fortran, Cobol i Prosa, jak również dziesiątkami innych języków.

O tym właśnie będziemy mówić w niniejszym rozdziale. Tymczasem jednak pozwolą Państwo na małą dygresję, dygresję o programie.

Już w poprzednim rozdziale mówiliśmy trochę o programie, według którego pracuje maszyna cyfrowa. Czy jednak tylko maszyna cyfrowa pracuje według programu? A czy pomyśleli Państwo kiedykolwiek jak to jest z ludźmi?

Oto codziennie rano wychodzimy do pracy na ustaloną godzinę i wiemy dokładnie co robimy pomiędzy zbudzeniem się a pójściem do biura. Właściwie zawsze to samo i nie zdarza się nic nieprzewidzianego, chyba że wstaniemy o dziesięć minut za późno.

Mamy zatem ustalony poranny program wyjścia do biura. Program taki u większości ludzi jest ułożony tak dokładnie, jak rozkład jazdy kolei państwowych (który w istocie jest niczym innym jak również programem). Sterowanie naszego porannego programu przejmuje najczęściej radio (przy czym ważne jest, jaki program radiowy nastawimy, program UKF może prowadzić do katastrofy, jeżeli przyzwyczajeni jesteśmy do programu II). W czasie wiadomości o godzinie siódmej idziemy do łazienki. Golenie rozpoczynamy po komunikacie o pogodzie. Gdy rozpoczyna się komentarz poranny, musimy już siedzieć przy śniadaniu, a gdy ostatnie takty reklamy radiowej ustępują miejsca pełnemu słodyczy głosowi spikerki, jest już najwyższy czas by włożyć drugie śniadanie do teczki, ucałować żonę, pogłaskać psa i rzucić się w wir wrogiego życia.

A więc jesteśmy zaprogramowani i oznacza to niestety, że postępu-

jemy jak automat, wierni schematowi, którzy sami narzuciliśmy sobie wieloletnim nawykiem.

Z maszyną cyfrową jest gorzej. Maszyna cyfrowa nie potrafi sama się zaprogramować i trzeba zrobić to za nią. Trzeba dokładnie i w najdrobniejszych szczegółach powiedzieć jej, jak ma wykonać na przykład obliczenie

$$x = \frac{a + b}{c + d}$$

(Niematematycy proszeni są o pozostanie na sali, gdyż temu strasznemu wzorowi damy zaraz życiową interpretację). Wyobraźmy sobie, że wujek Willibald i kuzyn Ferdynand wkrótce po sobie i ku ogólnemu smutkowi opuścili ten świat. Jednak już wkrótce wyszły na jaw okoliczności, które pozwoliły ból ukoić. Obaj pozostawili po sobie znaczny spadek. Spadek ten powinien być rozdzielony, w jednakowych częściach, pomiędzy członków rodów Häberle i Pfleiderer. I właśnie można to dokładnie obliczyć według naszego wzoru. Niech *a* będzie wartością spadku po wujku Willibaldzie, *b* spadkiem pozostawionym przez kuzyna Ferdynanda. Obie części trzeba zsumować i podzielić przez ilość spadkobierców linii Häberle *c* i linii Pfleiderer *d*. Wtedy x jest częścią spadku przypadającą każdemu szczęśliwemu spadkobiercy.

Zastanówmy się, jak dokonalibyśmy tego obliczenia za pomocą zwykłego biurowego arytmometru. Najpierw przypomnielibyśmy sobie lub odczytali z notatek liczby od *a* do *d* (tyle i tyle pieniędzy, tyle i tyle osób). Przy tym powiedzielibyśmy sobie, być może, w pamięci:

Cz (*a*, *b*, *c*, *d*) to znaczy: Czytaj *a*, *b*, *c*, *d*

Następnie napisalibyśmy liczbę *a* na arytmometrze:

W (*a*) Wprowadź *a* do arytmometru

Potem napisalibyśmy liczbę *b* i przez naciśnięcie klawisza + uruchomilibyśmy operację dodania tych dwóch liczb:

+ (*b*) Dodaj *b*

Po wykonaniu operacji dodawania musielibyśmy niestety wynik, który jest licznikiem naszego wyrażenia „wyprowadzić" z arytmometru i zapisać na karcie, gdyż arytmometr będzie musiał teraz obliczyć sumę *c* i *d*. To przeniesienie licznika na kartę możemy symbolicznie zapisać w postaci:

P (*l*) Przenieść zawartość arytmometru (w tym wypadku licznik) do pamięci

W celu dodania *c* i *d* wykonamy kolejno operacje:

W (*c*)
+ (*d*)
P (*m*)

Gdzie ostatnia operacja oznacza przeniesienie do pamięci zawartości arytmometru, to znaczy sumy $c + d$, która jest mianownikiem naszego wyrażenia. Następnie liczbę *l* wprowadzamy do arytmometru:

W (*l*)

i dzielimy przez liczbę m:
: (m)
Otrzymany wynik x przenosimy znowu na naszą kartkę z notatkami:
P (x)
Następną wykonaną przez nas operacją może być
D (x)
która oznacza rozpowszechnienie wyniku x
Czy brak czegoś jeszcze? Już tylko sygnału
STOP,
który oznacza, że obliczenie jest skończone.
Wypiszmy jeszcze raz po kolei cały tuzin wykonanych operacji:
Cz (a, b, c, d)
W (a)
+ (b)
P (l)
W (c)
+ (d)
P (m)
W (l)
: (m)
P (x)
D (x)
STOP

Jest to kompletny program rozwiązania naszego zadania i prawie każda maszyna cyfrowa mogłaby według niego pracować.

Poszczególne operacje programu, jak już mówiliśmy, nazywa się rozkazami. Maszyna cyfrowa wykonuje rozkazy prawie tak samo, jak my na naszym biurowym arytmometrze. **Cz** oznacza: czytaj liczbę z karty dziurkowanej do pamięci. **W** oznacza: prowadź liczbę do arytmometru + i : są rozkazami uruchamiającymi odpowiednie operacje arytmetyczne arytmometru. **P** oznacza: Przenieść liczbę z arytmometru do pamięci. **D** oznacza: Drukuj liczbę przechowywaną w pamięci.

Jest tylko jedna przykrość, maszyna cyfrowa mogłaby wprawdzie według tego programu pracować, tylko że w takiej postaci nie zrozumiałaby go wcale. My napisaliśmy bowiem program w języku symbolicznym, a maszyna cyfrowa zna tylko swój język wewnętrzny.

Język wewnętrzny maszyny cyfrowej zawiera, jeśli chcemy wyrażać się naukowo rozkazy, które mogą być bezpośrednio rozumiane przez jednostkę sterującą. Rozkaz składa się z części operacyjnej, która określa co maszyna powinna robić oraz adres który odnosi się do danych zawartych w pamięci. Adres jest numerem miejsca pamięci, w którym dane te oczekują na rozkaz wprowadzenia do arytmometru.

Rozkaz w języku wewnętrznym jakiejś maszyny cyfrowej może na przykład wyglądać tak:
A 4035
gdzie 4035 jest adresem pod którym znajduje się jakaś liczba, z którą coś ma się dalej dziać. **A** jest częścią operacyjną adresu. Litera **A** może

na przykład oznaczać, że liczba znajdująca się pod adresem 4035 ma być w arytmometrze dodana.
Właśnie podobnie wygląda to przy maszynie cyfrowej IBM 1401.

W innych maszynach może być inaczej. Jeśli chodzi o części operacyjne nie ma tu żadnej jednoznaczności. W jednych maszynach rozkaz dodawania może być wyrażony przez „35", w innych przez „68", w jeszcze innych przez „S".

Dawniej tłumaczenie wszystkich symboli programu na język wewnętrzny maszyny należało do zadań kodowania. Później, ponieważ zadania stawiane maszynom stawały się coraz bardziej skomplikowne, a przez to i programy coraz większe, spróbowano tę żmudną pracę programowania — właśnie kodowanie na język wewnętrzny maszyny — uprościć. Niech maszyna sama robi tę szablonową robotę! — powiedziano sobie.

W tym celu wynaleziono tzw. pseudokody. Pseudokod zastępuje kombinacje cyfr i znaków występujące w liście rozkazów bardziej zrozumiałymi grupami liter. I tak na przykład kombinacja cyfr oznaczająca rozkaz dodawania, (która w różnych maszynach mogła być jak widzieliśmy inna) zostaje zastąpiona ciągiem liter **ADD**. Kombinacja cyfr oznaczająca rozkaz rozpoczęcia obliczeń zostaje zastąpiona przez **START**. Teraz programista tłumaczący listę rozkazów na język wewnętrzny nie musi już pamiętać odpowiednich liczb, tylko pisać **START, ADD** i **STOP**, a wprowadzony do maszyny cyfrowej program tłumaczący nazywany kompilexem lub też translatorem [3] tłumaczy automatycznie te ciągi liter na liczby kodu wewnętrznego maszyny [4].

Tak wyglądał początek ułatwień programowania. Dziś nie istnieje właściwie żadna większa maszyna cyfrowa, która nie posiadałaby translatora. Translator rentuje przez czas zaoszczędzony na kodowaniu. A jeszcze bardziej oszczędza się przez unikanie pomyłek. Programista, który ze zwykłego przemęczenia po 7659 rozkazie zamiast 055 przez przeoczenie pisze 056, powoduje dezorganizację całego programu, który wymaga później wielogodzinnych poprawek. Jeśli natomiast zamiast **ADD** napisze **AFD** wtedy translator wykrywa i sygnalizuje błąd.

Terminy ADD, START, STOP należą do słownika pseudokodu, który nazywa się Prosa.

Za pomocą translatorów można znacznie ułatwić życie programistom. Wyobraźmy sobie jakieś obliczenie, w którym istotna jest data. Na przykład obliczenie konta lub odsetek bankowych — itp. Programiście byłoby dużo wygodniej, gdyby mógłby napisać krótki rozkaz: „Pobierz datę" niż gdyby musiał go formułować na przykład: „317766" gdzie „31" oznacza rozkaz „Skocz do" a „7766" jest adresem, pod którym jest zapamiętana bieżąca data.

Jeśli ma się do dyspozycji translator, to sprawa jest prosta. Co dzień rano można podać maszynie cyfrowej dzisiejszą datę przy pomocy karty dziurkowanej przygotowanej pieczołowicie na stanowisku dziurkarek.
Rozkaz symboliczny dla translatora
CZK, Data

oznacza: „Czytaj kartę dziurkowaną: Data".
O żadnym adresie nie ma przy tym mowy. Zostawiamy to samej maszynie cyfrowej, aby umieściła ją gdziekolwiek w zakamarkach swojej pamięci, tam gdzie znajdzie wolne miejsce na zapamiętanie tej danej. Zostawiamy jej również troskę o to, żeby zawsze kiedykolwiek będzie mowa o dacie odnajdywała to miejsce. Teraz można od maszyny cyfrowej zażądać krótko „Pobierz datę" co w języku symbolicznym zapiszemy

POB, Data

a translator już to rozumie, sformułuje odpowiedni rozkaz w języku wewnętrznym, podstawi odpowiedni adres i o nic więcej martwić się nie trzeba. Dlatego w takim wypadku wyrażenie „Data" nazywa się *adresem symbolicznym.*

Jest jeszcze ciekawsza sprawa. W wielu programach występują różne stałe. I tak na przykład do obliczenia okręgu potrzebna jest liczba π (równa 3,14159). Jeśli trzeba coś przez liczbę π pomnożyć albo podzielić albo ją gdzieś dodać to piszemy rozkaz symboliczny:

DOD,PI albo **MNÓŻ**,PI albo **DZIEL**,PI albo **POB**,PI

Pytanie tylko skąd weźmie translator wartość liczby π? Czy trzeba tę wartość, tak jak inne dane, wydziurkować na karcie i wprowadzić do maszyny?

Jeszcze prościej: Liczbę π (albo inną stałą istotną dla danego obliczenia jak na przykład stopa procentowa przy rachunkach bankowych) wprowadza się już w programie. Dołącza się te liczby do listy rozkazów albo nawet miesza się je razem z rozkazami. Jeśli idzie o liczbę π dodaje się rozkaz symboliczny

DEF; „3,14159"

który oznacza: „Stała definiowana (a więc wyjątkowo nie ma formy rozkazu) 3,14159.

Żeby jednak translator wiedział o co chodzi, trzeba przed tymi symbolami postawić jeszcze adres symboliczny:

PI,**DEF**; „3,14159"

W ten sposób stała π, chociaż nie jest rozkazem tylko liczbą, zostaje wprowadzona do programu, a maszyna cyfrowa ilekroć odczyta adres symboliczny π znajdzie w pamięci miejsce, w którym jest zapisana liczba 3,14159.

Jedną z cech symbolicznych języków programowania jest właśnie to, że można w programie wprowadzać adresy, które później będą interpretowane przez maszynę nie jako rozkazy, lecz jako stałe. (Stałą piszemy w programie w cudzysłowie lub pomiędzy parą innych podobnych znaków. Adres taki nazywa się również literałem),

Jak się Państwo już zapewne domyślają, istnieje wiele rodzajów programów tłumaczących.

Jedne z nich potrafią pojedynczy rozkaz symboliczny przetłumaczyć na pojedynczy rozkaz wewnętrzny maszyny, a więc można powiedzieć, że tłumaczą słowo po słowie z języka symbolicznego (zewnętrznego) na

język wewnętrzny maszyny. Tego rodzaju translator nazywa się po angielsku assembler.

Autokody (które też należą do rodziny translatorów) są bardziej sprawne. Potrafią przetłumaczyć pojedynczy rozkaz symboliczny na cały ciąg rozkazów wewnętrznych. Czasami wystarczy pojedynczy rozkaz symboliczny do uruchomienia całego podprogramu. Spójrzmy tylko; wiele maszyn cyfrowych nie ma na przykład rozkazu mnożenia. Radzą sobie one z tym w ten sposób, że wielokrotnie dodają tę samą liczbę. Do tego potrzebny jest króciutki program złożony może z sześciu czy ośmiu rozkazów, który powtarzany jest w kółko tak długo aż odpowiedni współpracujący z nim licznik zamelduje: Koniec mnożenia!

Autokod potrafi to zrobić sam. Kiedy poda mu się rozkaz symboliczny MNÓŻ, autokod samodzielnie uruchomi taki krótki podprogram. A więc jeden tylko rozkaz symboliczny uruchamia sześć czy osiem rozkazów wewnętrznych maszyny.

Jeszcze bardziej eleganckie autokody potrafią więcej, dopuszczają mianowicie stosowanie makrorozkazów. Makrorozkaz jest podprogramem prawie dowolnej objętości, jaki może wymyśleć sobie programista. Istnieją mianowicie często problemy, w których powtarza się stale — niejednokrotnie setki razy — ten sam ciąg rozkazów. Wtedy taki ciąg rozkazów układa się i wprowadza do maszyny opatrując go jakąś nazwą, na przykład słówkiem WARTOŚĆ. Wystarczy potem wymienić w programie nazwę WARTOŚĆ a translator wywołuje poszczególne rozkazy podprogramu.

Autokody mają często kwieciste i poetyckie nazwy, którymi obdarzyli je ich twórcy. Są one na pewno pięknym i użytecznym narzędziem ułatwiającym znacznie programowanie. Mają tylko jedną wadę, rzadko kiedy są użyteczne dla więcej niż jednego typu maszyny cyfrowej, a już nigdy nie pasują do maszyny cyfrowej innej firmy. Są one całkowicie dopasowane do maszyny cyfrowej, dla której zostały zaprojektowane, dlatego mówi się, że są „maszynowo ukierunkowane".

Dlatego mniej więcej około 1956 przestało to naukowcom już wystarczać. Chcieli oni teraz mieć inne translatory, dla których obowiązywałby jeden symboliczny język programowania, bez względu na typ maszyny. Zaczęli szukać swego rodzaju esperanta dla maszyn cyfrowych.

Najpierw pomyślano o języku symbolicznym, w którym można by wygodnie programować wzory matematyczne. Krótko mówiąc translatory miałyby teraz umieć przetłumaczyć wzór (formułę) — na przykład

$$X = \frac{a + b}{c + d}$$

bezpośrednio na język wewnętrzny maszyny. Przy czym programista nie musiałby się wcale interesować tym, jaki język wewnętrzny zna jego maszyna.

Chciano zatem opracować program tłumaczący wzory (formuły) matematyczne i dlatego po jego opracowaniu nadano mu nazwę Fortran (Formula Translator).

Wkrótce doszły do tego liczne dialekty tego języka, które zostały ponumerowane i dziś znany jest już Fortran IV.

Po Fortranie przyszedł Algol (Algorithmic Orientated Language), piękny język, który stosowany jest do programowania zagadnień naukowych przede wszystkim w Europie. Później opracowano Cobol, język do programowania zagadnień ekonomicznych i finansowych (Common Business Orientated Language).

Nie są to już języki ukierunkowane maszynowo lecz tzw. *języki problemowe*, gdyż nie typ maszyny, lecz typ zadania określa, który z tych języków będzie najodpowiedniejszy. Języki te są bardzo praktyczne, ale mają też swoje wady właściwe wszystkim językom. Trzeba się ich uczyć. A poza tym mają skłonności do rozpadania się na dialekty, gdyż poszczególni wytwórcy maszyn cyfrowych oferują dla różnych typów maszyn programy tłumaczące o różnym stopniu rozbudowy.

Znaczenie języków programowania jest dużo większe, niż można by sądzić na pierwszy rzut oka. Pozwalają one naukowcom, którzy chcą skorzystać z pomocy maszyny cyfrowej, ale sami nie są biegłymi programistami, sformułować swoje problemy w języku zrozumiałym dla maszyny cyfrowej. W nauce i technice gdzie wykonuje się wiele eksperymentów posługując się wzorami i opisami matematycznymi pozwala to oszczędzić dużo czasu i pieniędzy, nawet gdy się uwzględni, że pracownik naukowy nie mający praktyki w programowaniu nie zawsze wybierze najlepszą metodę programowania, albo zapędzi się w takim kierunku, w którym już żaden translator Algolu nie może za nim podążyć.

Obecnie najmłodszym językiem programowania jest PL1 (Programing Language 1). Mówi się o nim, że jest uniwersalny i łączy w sobie zalety wielu znanych języków programowania — istne komputerowe esperanto. Dr Zamenhoff byłby się z tego cieszył.

To co ludzkie w maszynie

Między logiką a przypadkiem — Programowanie

Dobrze, że nie spytali nas Państwo dziesięć lat temu czym też właściwie jest programowanie. Odpowiedzielibyśmy wtedy na to całkiem inaczej niż dziś.

Przed dziesięciu laty odpowiedzielibyśby naiwnie, choć zgodnie z prawdą, że programowanie jest układaniem ciągów rozkazów, które wskazują maszynie co i w jakim momencie powinna robić.

Było to w istocie głównym zajęciem programistów przed dziesięciu laty.

Nie znaczy to, żeby dzisiaj układanie ciągów rozkazów zupełnie zniknęło z zakresu czynności programistów. Jednak mają oni do pomocy, jak widzieliśmy w ostatnim rozdziale, tyle środków pomocniczych, że tamta czynność stała się prawie nieistotna w zestawieniu z innymi dziedzinami ich sztuki.

Programista dnia dzisiejszego musi przede wszystkim wiedzieć co potrafi jego maszyna. Musi orientować się jakie urządzenia peryferyjne mogą być podłączone do maszyny, oraz nawet we śnie musi umieć powiedzieć jakie gotowe programy ma opracowane do swojej dyspozycji dla realizacji postawionych zadań.

O makrorozkazach mówiliśmy w poprzednim rozdziale. Przy ich pomocy, jak mówiliśmy, można wprowadzić automatycznie do programu często powtarzające się krótkie ciągi rozkazów. Do głównych zadań programistów należy dziś umiejętne korzystanie z tej możliwości.

Czynnością maszyny cyfrowej, którą wykonuje się często i w najrozmaitszej postaci jest np. sortowanie. Była o nim mowa, gdy opowiadaliśmy o obliczaniu wynagrodzeń w formie Konik & Haftka. Albo weźmy na przykład rachunki wydziurkowane na kartach. Dziś trzeba je posortować według numerów rachunków, jutro alfabetycznie według nazwisk odbiorców, pojutrze zaś według zapisanych tam numerów artykułów. I tak dalej. Sortowanie odbywa się prawie bezustannie. Czy trzeba dla każdego cyklu sortowania ułożyć oddzielny program?

Nic podobnego. Do tego celu służy generator programów sortowania. Jest to program, który jest taki zmyślny, że sam może wytworzyć od-

powiednie programy sortowania. Musimy teraz wyprzedzić trochę tok naszej opowieści i sięgnąć tam, gdzie mowa będzie o maszynach cyfrowych z pamięciami taśmowymi. Generator programów sortowania może bowiem pracować tylko wtedy, gdy dane, które mają być uporządkowane, są przeniesione z kart dziurkowanych na taśmy magnetyczne. Wtedy podaje się generatorowi na karcie sterującej informacje o tym, na której taśmie znajdują się dane, które mają być sortowane, na którą taśmę mają być wyprowadzone wyniki, oraz która taśma będzie do dyspozycji dla zapisywania wyników częściowych. Poza tym podaje się na karcie sterującej kryterium, według którego ma przebiegać sortowanie oraz miejsce na karcie, w którym znajduje się sortowana informacja. To wszystko podaje się generatorowi do wiadomości i wkrótce na wyjściu pojawia się gruby pakiecik kart. Jest to właśnie program sortowania, jaki sobie życzyliśmy.

Jeśli teraz będą Państwo kręcić głową, że to tak szybko, że nie można jeszcze rozpocząć sortowania na taśmach magnetycznych, że...

Proszę się nie martwić. Później wszystko się wyjaśni. Jak już widzieliśmy przedtem, sortowanie i łączenie kart jest ściśle ze sobą związane. Dlatego też najczęściej generator programów sortowania potrafi również generować programy łączenia. Ponieważ „łączyć" nazywa się po angielsku „to merge", więc mówi się czasem o nim, że jest to generator „sort-merge".

Na pewno domyślają się już Państwo, że można konstruować takie generatory również dla wielu innych programów. Zasada jest w każdym przypadku taka sama. Ustala się ogólny program — na przykład dla naprawdę złożonej, a również matematycznie skomplikowanej czynności sortowania informacji. Następnie na karty sterujące wprowadza się parametry, które z problemu ogólnego czynią zagadnienie szczegółowe na przykład sortowanie według numerów, według sumy pieniężnej lub jakiejś innej cechy.

Inny przykład: w handlu, przemyśle, administracji potrzebne są codziennie setki tabel i zestawień statystycznych (a jeśli nawet nie są już potrzebne, to zawsze istnieje wystarczająca liczba ludzi, którzy to sobie wmówią). Przebieg jest zawsze taki sam. Z pakietu, powiedzmy, 20000 posortowanych kart należy wybrać i opracować określone informacje. Przebiega to w ten sposób, że najpierw maszyna cyfrowa dodaje do siebie dane znajdujące się na kartach, dopóki na kartach odczytywana jest ta sama cecha. Gdy cecha zmienia się, wtedy otrzymana suma drukowana jest na tabulatorze albo na drukarce wierszowej.

Aby jednak było to możliwe, urządzenie drukujące (a przedtem maszyna cyfrowa, która daje mu zlecenia) musi dokładnie wiedzieć w którym miejscu zestawienia, w której kolumnie, musi być wydrukowana każda suma, jakie oznaczenia mają być wpisane, jaki tytuł ma całe zestawienie, gdzie mają być wpisane wyniki częściowe, a gdzie końcowa suma. Krótko mówiąc, napisanie takiego zestawienia, które wydawałoby się wygląda tak prosto, jest dla maszyny naprawdę skomplikowanym problemem.

Z drugiej strony problem nie jest na tyle skomplikowany, żeby nie dało go się dobrze sprecyzować we wszystkich szczegółach i dlatego jest to zadanie, które z czystym sumieniem można przekazać do zrobienia generatorowi. Podaje mu się układ kart zawierających dane wejściowe układ zestawień i jak mają być rozmieszczone wyniki. Na tej podstawie generator programów dla zestawień wynikowych (Report Program Generator) układa potem śliczny i poprawny program.

Trzeba jednak pamiętać o dwóch sprawach. Po pierwsze — generator tego rodzaju — pomimo wprowadzającej w błąd nazwy — nie jest ani maszyną ani innym urządzeniem. Jest on niczym innym jak również tylko programem dostępnym dla maszyny cyfrowej choć odpowiednio bogatym i skomplikowanym.

Po drugie — generator taki jest piekielnie drogi. A programowanie jest trudne i pracochłonne. Jeżeli jednak jest często potrzebny, jeżeli często konieczne są coraz to nowe programy sortowania i sporządzania zestawień, które w przeciwnym razie trzeba by ciągle na nowo układać, wtedy posiadanie takiego generatora bardzo szybko amortyzuje się[5]. Przede wszystkim zaś dlatego, że raz poprawnie zbudowany, generuje już stale poprawne programy, czego o jego ludzkich kolegach nie można powiedzieć.

Z chwilą gdy zostały wynalezione makrorozkazy i okazały się praktyczne, był już tylko krok do połączenia różnych programów należących do tego samego kręgu zagadnień w tak zwane pakiety. Do takiego pakietu programów mogłyby należeć na przykład wszelkiego rodzaju programy obliczania wynagrodzeń (do tego dołączyć można potrzebny raz na rok program obliczenia rocznego podatku wyrównawczego). Każdy z tych programów można wywołać i uruchomić przy pomocy kart sterujących.

Przykładem z życia mógłby być pakiet programów przeznaczonych dla potrzeb wszystkich hurtowych sprzedawców artykułów spożywczych. Jest to pakiet złożony z kilkudziesięciu programów. Pierwsza czynność polega teraz na tym, że cały pakiet wprowadza się do maszyny cyfrowej (przy pomocy ogromnej ilości kart dziurkowanych), przepisuje się do pamięci bębnowej lub dyskowej i odtąd nigdy się już go nie widzi.

Niemniej jednak jego obecność daje się zauważyć. Wystarczy później na początku każdego obliczenia, na wierzchu kart z danymi wejściowymi (mogą to być karty wynagrodzeń, albo karty magazynowe, albo jeszcze jakieś inne) położyć kartę sterującą, która wyszuka z pakietu odpowiedni program dla przetwarzania kart z danymi wejściowymi.

Nie musimy chyba Państwa przekonywać o tym, jak bardzo taki pakiet programów ułatwia przetwarzanie danych. W niedużym przedsiębiorstwie, którego problemy mogą być całkowicie, rozwiązywane przy pomocy programów zawartych w pakiecie, można w ogóle, po uruchomieniu systemu, zrezygnować z usług programisty.

Ale zostańmy jeszcze przy przypadku, gdzie programista na początek jest potrzebny. Zapewne doszli Państwo sami do wniosku, że efektyw-

ność i rentowność przetwarzania danych wcale nie zależy od maszyny cyfrowej, ale od tego czy jej programista jest dostatecznie wykształcony. Poprzez niego to, co ludzkie wstępuje w maszyny: genialność i niedoskonałość zarazem — to zależy.

Obecnie może być bardziej opłacalnym to, aby programista znał na pamięć dostępne środki programowania, niż by był tytanem logicznej analizy problemu. Jest ważniejsze, żeby znał IOCS, niż dzieła Kartezjusza. IOCS (wynalazek IBM, system sterowania wejściem — wyjściem, po angielsku: Input — Output — Control — Systém) jest to zbiór programów do obsługi i nadzoru pracy urządzeń wejściowo-wyjściowych takich jak czytniki kart, szybkie drukarki, pamięć taśmowa itp. [6]. Jest ważniejsze by potrafił zorganizować i zarządzać biblioteką programów, niżby posiadał matematyczne podręczniki, gdyż dokładna znajomość już rozwiązanych problemów może oszczędzić tysiące godzin programowania, a przez to setki tysięcy marek.

Wszystko co dotyczy technicznej strony funkcjonowania maszyny cyfrowej nazywają fachowcy sprzętem (hardware). Wszystko, co dotyczy programowania, ułatwia programowanie i zastosowania maszyn cyfrowych nazywane jest przez fachowców oprogramowaniem (software).

Dlatego najważniejsze żądanie pod adresem programisty możemy zawrzeć w jednym zdaniu. Oprogramowanie swojej maszyny cyfrowej powinien mieć w jednym palcu.

Oznacza to naturalnie także, że musi dokładnie wiedzieć jakie problemy mogą być aktualnie rozwiązywane przy pomocy maszyn cyfrowych. Wprawdzie bardzo złożone matematyczne czy logiczne problemy, można rozwiązywać przy pomocy maszyny cyfrowej, ale między tym teoretycznym stwierdzeniem, a praktycznymi możliwościami leży przepaść polegająca na braku doświadczenia.

Można podzielić na trzy obszerne grupy zagadnienia programowania, które dzisiaj każdy dobry programista może opanować po pewnym okresie wdrożenia korzystając przy tym z pomocy książek, sprawozdań i programów wzorcowych. Są to zagadnienia administracyjno-gospodarcze, techniczne i naukowe. Z tych, poszczególne dzieliłyby się na: (zaczniemy do zagadnień administracyjno-gospodarczych)

Rachunki i statystykę — a więc zagadnienia księgowości finansowej i magazynowej, księgowanie danych dziennych, zestawianie list statystycznych do sprawozdań i obliczeń.

Kierowanie produkcją. Planowanie i zarządzanie w zakładzie wytwórczym (wraz ze sprawdzaniem, czy plan został wykonany). Chodzi tu o takie zagadnienia jak, co i w jakich ilościach powinno być produkowane, jakie materiały potrzebne są do produkcji, jakie maszyny są najodpowiedniejsze. Dąży się do możliwie najlepszego wykorzystania materiału, sił wytwórczych i środków finansowych. Jednym słowem dąży się do optimum. Amerykanie wymyślili dla tego rodzaju programów szumne nazwy w rodzaju „Optymalne obciążenie zakładów pro-

dukcyjnych". „Optymalne sterowanie zapasami". Tego rodzaju zagadnienia wymagają od programisty umiejętności wczucia się w wewnętrzną strukturę przedsiębiorstwa oraz solidnego przygotowania matematycznego. Będziemy o tym wyczerpująco mówić jeszcze później.

Badania Operacyjne. Jest to najwyższy stopień przetwarzania danych w zakresie zastosowań administracyjno-gospodarczych, który polega na optymalizacji działania wszystkich działów przedsiębiorstwa przy uwzględnianiu ich wzajemnych powiązań. Dąży się do określenia najrentowniejszego planu produkcyjnego, najlepszej strategii sprzedaży, najodpowiedniejszych terenów dla swych przedstawicieli, najkorzystniejszego planu finansowego.

Jeśli wolno, zaproponujemy Państwu przykład z rolnictwa. Dane naszego przykładu mają akurat tak samo mało wspólnego z rzeczywistością, co zadania rachunkowe naszych dzieci, ale służą temu samemu celowi — uczą. Pewien rolnik ma 100 hektarów ziemi. Wie on, że hektar ziemniaków przyniesie mu w ciągu roku 40 marek dochodu, a hektar pszenicy 120 marek. Za planową kontraktację otrzyma on ponadto 10 marek za hektar ziemniaków i 20 marek za hektar pszenicy, nie więcej jednak w sumie niż 1100 marek. Z drugiej strony wie, że na uprawę jednego hektara ziemniaków potrzebuje w ciągu roku jeden dzień, a na jeden hektar pszenicy cztery dni, przy tym razem z żoną i dziećmi dysponuje w sumie najwyżej 160 dniami.

Pytanie: ile powinien zasadzić ziemniaków a ile zasiać pszenicy aby uzyskać optymalny dochód? Można to dać do obliczenia maszynie cyfrowej i właśnie zrobiliśmy to dla żartu. Komputer zaproponował 60 hektarów ziemniaków, 25 hektarów pszenicy a 15 hektarów (wbrew zdrowemu rozsądkowi) zalecił zostawić odłogiem. Za pomocą metod matematycznych (a więc absolutnie poprawnie) uzyskujemy czasem zdumiewające wyniki [7].

Takie obliczenia stają się naturalnie dopiero wtedy interesujące, gdy chodzi nie tylko o pszenicę i ziemniaki, lecz o 500 czy 1000 różnych produktów oraz o nieporównanie bardziej skomplikowaną organizację produkcji. Jeśli na przykład firma Konik & Haftka spytą maszynę cyfrową o radę, które z 800 rodzajów produkowanych przez nią guzików powinny być nadal wytwarzane przy uwzględnieniu, że spośród dziesięciu pras do tworzyw sztucznych cztery wkrótce wypadną z powodu zużycia, że podobna sytuacja jest z trzydziestoma dwoma strugarkami do rogów jelenich, że cena blachy żelaznej poszła w górę a cena srebra, przeciwnie, ciągle zniżkuje, że produkcja taśmy złoconej musi być podjęta na nowo, kierownik działu kart dziurkowanych zażądał podwyżki wynagrodzenia, a Marynarka Wojenna swoje zamówienia na guziki do mundurów ulokowała znowu w konkurencyjnej firmie, że sprzedaż komisowa sprzączek do szelek ledwie przynosi jakieś zyski, że coraz trudniej jest dostarczać bursztyn, że...

Krótko mówiąc trzeba uwzględnić tyle czynników, które dawniej tylko intuicja geniusza handlowego mogła ogarnąć. Tymczasem maszyna

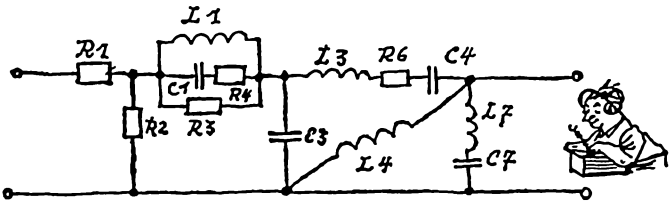
cyfrowa nie posiada ani trochę intuicji. Maszyna liczy, studiuje rynek, przegląda park maszynowy, sprawdza wysokość wynagrodzeń, sprawdza zakupy, rozważa możliwości sprzedaży i na tej podstawie opracowuje strategię rynkową czyli tzw. model rynkowy. Maszyna zaleca wstrzymanie produkcji guzików skórzanych i kontynuowanie rozpoczętej produkcji pozłacanych guzików do uniformów portierskich, zakup nowych tokarek i przeniesienie na emeryturę pana Konika. Jednym słowem maszyna troszczy się o to aby w ogóle wszystko szło jak najlepiej.

Tak to wygląda w idealnym przypadku. W przypadku, który jak dotąd nie istnieje, bowiem żadnemu programiście nie udało się jeszcze zaprojektować pełnej optymalizacji przedsiębiorstwa. W praktyce już nawet z częściowej optymalizacji jest się bardzo, bardzo zadowolonym.

Zagadnienia optymalizacyjne występują nie tylko w gospodarce ale również w nauce i technice. Następnym zadaniem, które programista wysokiej klasy musi mieć opanowane, jest *rozwiązywanie równań.* Kto był przykładnym uczniem w szkole, ten wie, że rozwiązywanie równań może być niekiedy bardzo trudnym zajęciem, w którym przedzierać się trzeba przez dziesiątki kresek ułamkowych i znaków potęgowania i pierwiastkowania. Przy pomocy maszyny cyfrowej można tego dokonać dużo szybciej, wszelako trzeba znać język w rodzaju Fortranu lub Algolu.

Dobry matematyk szybko rozpozna, przy samym formułowaniu jakiegoś technicznego zagadnienia, jakie równania są (i przypuszczalnie będą) najczęściej stosowane przy rozwiązaniu tego zagadnienia. Wtedy rozwiązanie takiego równania, w możliwie najogólniejszej formie, ujmuje w postaci podprogramu, który po rozwiązaniu pierwotnego zadania składa się do archiwum. Tak powstaje, i uzupełniana jest biblioteka programów, z których można korzystać w razie potrzeby.

Do dużych emocji należy obliczanie układów elektrycznych. Proszę tylko spojrzeć na coś takiego na rysunku niżej.



Jeśli Państwo kiedykolwiek we wczesnej młodości montowali radio, to wiedzą już Państwo, że ten dosyć skomplikowany stwór jest elektrycznym filtrem a magiczne (dla niewtajemniczonych) znaki symbolizują różnorakie części elektryczne. Prostokąty są opornikami, dwie równoległe kreseczki to kondensatory, a zwinięte wężyki to cewki. Z każdym takim układem, który już niejednego inżyniera doprowadził do rozpaczy, związany jest jeszcze układ równań. Dawniej, trzeba

było ten układ równań pośród trudu i mozołu ułożyć ręcznie. Dzisiaj, znane są metody pozwalające przekazać maszynie cyfrowej poszczególne dane schematu i maszyna cyfrowa sama układa sobie układ równań, następnie rozwiązuje go przy różnych wartościach początkowych i w końcu komunikuje, jakie własności ma filtr w zależności od wartości poszczególnych elementów, jakie drgania tłumi a jakie przepuszcza.

Do umiejętności nowoczesnego programisty należy znajomość zadań jakie można zalecić maszynie cyfrowej oraz sposobu ich wykonania — to należy również do oprogramowania.

Albo znajomość, powiedzmy tego, w jaki sposób oblicza się mosty. Jak zlecić maszynie cyfrowej ułożenie równań mostu i przeliczenie ich przy różnych wartościach długości, szerokości, nośności i obciążenia. Albo jak zlecić maszynie obliczenie płaszczyzn nośnych samolotu.

Najnowsze metody idą jeszcze dalej i stawiają w ogóle cały ten problem odwrotnie. Zamiast kazać maszynie obliczać jakich własności filtru, mostu, czy płaszczyzn nośnych można się będzie spodziewać, teraz robi się inaczej, podaje się maszynie cyfrowej jakie własności są pożądane i każe jej się obliczyć wartości poszczególnych elementów.

Nazywa się to metodą syntetyczną. Programista powinien ją również znać. Powinien — jest jednak o wiele więcej niezaprogramowanych problemów, niż programistów, którzy znają się na rzeczy.

Na przykład budując wiadukty i szosy, aby zminimalizować koszty transportu, projektuje się je tak, aby tylko tyle wykopać ziemi, ile gdzie indziej jej trzeba nasypać oraz wybudować możliwie najmniejszą ilość drogich nasypów.

W Paryżu istnieje firma LMT budująca urzędy pocztowo-telekomunikacyjne. Wyposażenie takiego urzędu odznacza się niezliczoną ilością krzyżujących i przeplatających się przewodów. Aby taki urząd wybudować potrzebne są najczęściej dwa plany, logicznych i elektrycznych połączeń poszczególnych elementów oraz schemat montażowy, który pokazuje w jaki sposób najpraktyczniej połączyć ze sobą te elementy. Zanim jednak przystąpi się do wykonania połączeń trzeba przedtem wiedzieć ile kabla potrzeba dla połączenia na przykład przekaźnika 4813 z przekaźnikiem 3256, którędy kabel najkrócej przeprowadzić, jakiego ma być koloru aby w przyszłości, przy jakiejś naprawie, łatwo można było go odnaleźć. Już sam dobór kolorów kabli sprawia duże trudności, gdyż normy przewidują tylko sześć podstawowych kolorów, a w żadnym miejscu połączenia nie powinny spotkać się dwa kable tego samego koloru. W sumie jest to zadanie odpowiednie dla maszyny cyfrowej, która rozwiązuje je w mgnieniu oka. W ciągu kilku minut dostarcza dokumentację ułożenia kabli, nad którą dawniej cały zespół inżynierów pracował tygodniami.

W firmie IBM od lat istnieje program, do którego wprowadza się jako dane schemat oraz rozmieszczenie poszczególnych elementów, a otrzymuje się w wyniku nie tylko dokumentację ułożenia kabli lecz również instrukcje dla urządzenia przeciągającego te kable. W końcu

przeprowadza się nawet test czy wszystkie kable ułożone są prawidłowo i czy całość funkcjonuje.

Jest tysiące takich zajęć, które maszyna cyfrowa może wykonać precyzyjniej niż jakikolwiek człowiek.

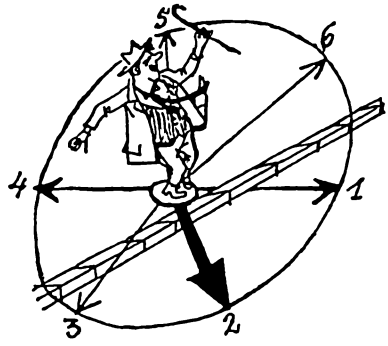
Modele symulacyjne — to znaczy tworzenie modelu zachowania się czegoś. Tworzy się modele skomplikowanych systemów jak tworów organicznych, grup socjologicznych czy nawet działań wojennych. I to modele nie z papy i dykty leoz na papierze z cyframi i wykresami wzajemnych powiązań. Modele te są często zdumiewająco zgodne z rzeczywistością. Cała trudność polega na tym, żeby je tak zaprogramować, aby model w maszynie cyfrowej odpowiadał pod pewnymi względami (przede wszystkim tymi, które nas szczególnie interesują) modelowanej rzeczywistości na zewnątrz maszyny cyfrowej.

Jak tworzy się modele? Chcemy to właśnie pokazać na pewnym zrozumiałym przykładzie, który nie przekroczy możliwości żadnego z naszych szanownych czytelników. Realność tego przykładu potwierdza bezpośrednio praktyka (dla niektórych z Państwa na pewno także doświadczenie) a model mogą Państwo utworzyć sobie nawet bez pomocy maszyny cyfrowej, jeśli tylko mają Państwo możliwość gry w „Człowieku nie irytuj się".

Rzeczywistością niech będzie osobnik z gatunku podchmielonych, to znaczy pijak, a zresztą, nazwijmy go bliźnim na rauszu.

W modelu posłużymy się kostką do gry.

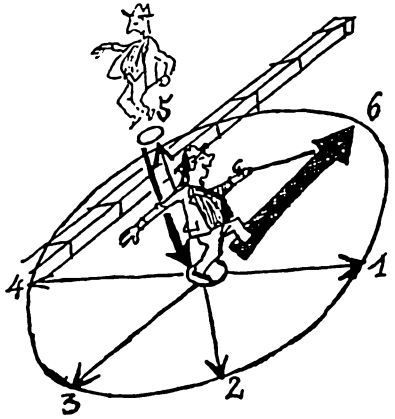
Wyobraźmy sobie, że ten biedak próbuje przejść przez ulicę z jednego chodnika na przeciwległy. Wiadomo, że pijany chwieje się raz do



przodu raz do tyłu i jeszcze na boki, więc na lewo, do przodu, na prawo, do tyłu i tak dalej. Czy istnieje możliwość określenia, z matematycznym prawdopodobieństwem, gdzie ten naalkoholizowany osobnik w końcu dotrze?

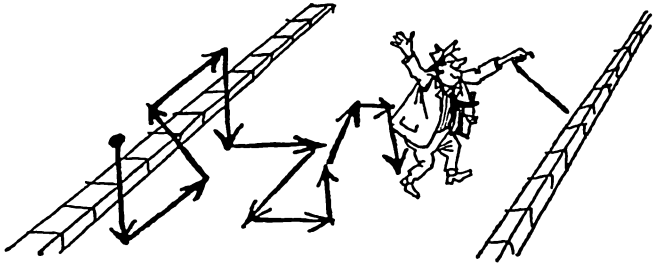
Owszem istnieje. I to właśnie drogą okrężną, przez stworzenie modelu. Model taki, w uproszczonej postaci, mogą Państwo sami stwo-

rzyć. Narysujmy wokół tej chybotliwej kulki okrąg i podzielmy go kierunkami na sześć części. Teraz rzucamy kostką. Co wypadło? Dwa! Osobnik ze swoimi czterema promilami alkoholu zatacza się o krok w kierunku dwa. Z tego punktu rysujemy znowu okrąg i dzielimy go. by ponownie rzucić kostką. Powiedzmy, że wyszło sześć. Nasz pijak pada teraz w kierunku sześć. I tak kontynuujemy nasze postępowanie dalej, aż wykreślimy taki, albo podobny, kurs naszego bliźniego.



Jeśli powtórzymy teraz naszą zabawę 1000 albo 10000 albo nawet jeszcze troszkę więcej razy, wtedy otrzymany plik wykresów określi w istocie (przy założeniu, że nasz pijak rzeczywiście zatacza się jednakowo chętnie w każdym kierunku) matematyczne prawdopodobieństwo przebiegu jego posuwania się naprzód.

To jest właśnie model. Symulowali Państwo sami, przy pomocy kostki, ołówka i papieru, zachowanie się pijanego.



Na otrzymanie 10000 wykresów możliwych dróg potrzebowaliby Państwo, przy zachowaniu 40-to godzinnego tygodnia pracy i ustawowych świąt, około dziesięciu lat. A gdyby teraz jakiś programista zdradził

Państwu, że jego maszyna cyfrowa zrobiłaby to samo w ciągu dziesięciu minut, to byliby Państwo bardzo szczęśliwi, ponieważ wiedzą już, do czego może być przydatna maszyna cyfrowa.

Opowiedzielibyśmy Państwu chętnie jeszcze więcej o modelowaniu symulacyjnym, gdyż jest to temat tak interesujący, że można o nim rozmawiać przez nieskończenie długie wieczory, albo nawet napisać o tym całą książkę. Ale nie możemy tego teraz zrobić. W tej książce musi być jeszcze mowa o innych rzeczach [8].

Na przykład o tym, czym właściwie zajmuje się obecnie programista od rana do wieczora? Jak wygląda jego praca?

W tym miejscu musimy po prostu powiedzieć. Programista, taki jak dawniej, dziś już nie istnieje. Tak samo jak wśród handlowców, nauczycieli zawodu, czy iluzjonistów, rozpoczęła się i tu daleko idąca specjalizacja.

Wyobraźmy sobie, że pewna duża firma ma zamiar ułożyć program obliczania wynagrodzeń za swoją maszynę cyfrową, która zamówiona została przed czterema tygodniami, a będzie dostarczona na miejsce w okresie, prawdopodobnie, półtora roku. Mądra firma rozpocznie już pracę teraz, gdyż programowanie jest prawie tak czasochłonne, jak jeżdżenie samochodem po Frankfurcie.

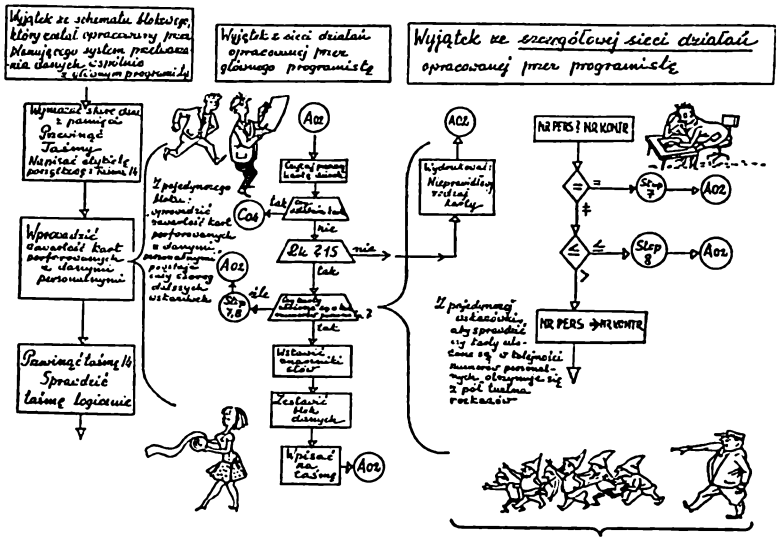
Firma przyjmie najpierw specjalistów od analizy systemów. Specjalista musi szczegółowo zbadać problemy, o które chodzi i opracować pierwszy schemat systemu, jako podstawę dla programowania.

Analiza systemu, dla przygotowania programów takich, jak program obliczania wynagrodzeń, czy program zarządzania magazynem lub podobnych, zajmuje przynajmniej trzy miesiące. Jeśli problem jest skomplikowany lub wewnątrz przedsiębiorstwa występuje duży opór przeciwko elektronicznej technice obliczeniowej (co się często zdarza) wtedy trwa to jeszcze dłużej. Analiza systemu kończy się opracowaniem schematu blokowego systemu. Przykład takiego schematu zamieszczamy na stronie 43.

Następnie wkracza do pracy człowiek również pobierający wysokie wynagrodzenie, czyli główny programista. Bada on wzdłuż i wszerz cały schemat blokowy i określa na podstawie tego strategię programowania. Ustala przy tym z grubsza, jak powinien wyglądać program. Dobrze byłoby, gdyby również on znał problemy przedsiębiorstwa, dla którego jest układany program, chociaż pod tym względem już analiza systemu daje dobrze przygotowany materiał. Istotniejsze jest jednak, żeby dobrze znał maszynę cyfrową, na której problem ma być rozwiązywany.

Program dopasowuje się bowiem do maszyny cyfrowej. Eleganckie struktury rozkazów, które dla jednej maszyny cyfrowej nie przedstawiają najmniejszej trudności u innej wywołują zaciekły opór i trzeba je wprowadzać okrężną drogą.

Praca głównego programisty trwała co najmniej sześć tygodni, a jej wynikiem jest tak zwana *sieć działań*. Zawiera ona szczegółowe instrukcje do przygotowania programu ujęte w kółeczka, prostokąciki i równoległoboki, co w międzynarodowej mowie programistów oznacza wska-



Tak wygląda formularz programu i rozkazy programu opracowane na podstawie szczegółowej sieci działań (w języku programowania SPS dla maszyny cyfrowej IBM-1401)

Wiersz	Liczba	Symbol	Operacja	Argument: Adres	Argument: Dokumentacja	Argument: Adres	Argument: Dokumentacja	d
0.1.0								
0.2.0								
0.3.0								
0.4.0								
0.5.0								
0.6.0								
0.7.0			C	PERSNR		PRNR		
0.8.0			B	C17				I
0.9.0			H	A02		007		
1.0.0		C17	B	C18				I
1.1.0			H	A02		008		
1.2.0		C16	MOV	PERSNR		RRNP		
1.3.0								
1.4.0								
1.5.0								
1.6.0								
1.7.0								
1.8.0								
1.9.0								
2.0.0								

Miejsce pamięci 1810

Miejsce pamięci 1847

W taki sposób rozkazy umieszczane są w pamięci

..... CD 47D83 BY33/.W92007BY47T.W92008MD47D83...

(Część operacyjna zawiera znacznik słowa i jest podkreślona)

zania dotyczące treści czy organizacji programu lub zawartych w nim problemów decyzyjnych.

Teraz dopiero przystępuje do pracy skromny szeregowy programista. Rozbudowuje on w szczegółach sieć działań opracowaną przez swego szefa. (Dla wykonania jednego polecenia zawartego w sieci działań potrzeba na ogół wielu pojedynczych rozkazów). Jak to wygląda mogą Państwo zobaczyć również na stronie 43.

Często istnieje fałszywe wyobrażenie o ilości rozkazów, które zawiera taki program. Weźmy na przykład jakikolwiek program obliczania wynagrodzeń. Z przejrzystego schematu blokowego, o objętości około dwóch, trzech stron, otrzymuje się sieć działań zawierającą około 7500 poleceń, którą przekształca się w ciąg rozkazów zawierający w przybliżeniu, 10000 pojedynczych rozkazów.

Wynika stąd, że należy dać programiście dość czasu na wykonanie jego pracy, bo na pewno zajmie mu ona pół roku [9]. Jednocześnie z pracą programowania wykonano jeszcze kilka innych rzeczy, zaprojektowano układ kart dziurkowanych i zestawień, wydrukowano nowe formularze dostosowane do maszyny cyfrowej i rozpoczęto reorganizację poszczególnych wydziałów.

Gdy wreszcie maszyna cyfrowa jest już na miejscu, trzeba sprawdzić czy wszystkie programy są poprawne. Teraz dopiero wyjdzie na jaw, czy przy układaniu programów o niczym nie zapomniano, czy dadzą się one włączyć bez tarcia w system organizacyjny przedsiębiorstwa, czy wyniki wydawane są w poprawnej formie, czy przewidziany czas obliczeń wystarczy, aby z zadaniami każdego dnia uporać się na bieżąco.

Mija więc rok, a prawdopodobnie dwa lata. Czasem nawet jeszcze więcej.

Niekiedy w tym okresie zadanie, z którym miała uporać się maszyna cyfrowa, zmieni się tak dalece, że całe programowanie trzeba zaczynać od początku. Tak też się zdarza.

Siedem krasnoludków

Małe maszyny cyfrowe

W wielu biurach i małych przedsiębiorstwach rozpowszechniło się użycie maszyn, które same wystawiają rachunki, przygotowują zamówienia i wykonują tym podobne prace. Wykonują elektrycznie obliczenia, a jednak nie nazywa się ich maszynami cyfrowymi. Taka na przykład IBM 6400 potrafi nawet automatycznie wykonać zadany program, a mimo to odmawia jej się miana elektronicznej maszyny cyfrowej.

Czego zatem potrzeba, aby maszynie można było nadać nazwę „elektroniczna maszyna cyfrowa"? Muszą być spełnione dwa warunki. Po pierwsze praca maszyny musi być sterowana programem, przy czym musi istnieć możliwość wymiany programów. Po drugie maszyna musi dysponować co najmniej setką wbudowanych komórek pamięci. Niektórzy wymagający ludzie żądają jeszcze bezwarunkowo, aby program był pamiętany w urządzeniu na drodze elektronicznej. Ale to już jest wygórowane żądanie. Wtedy na przykład UNIVAC 1004 nie należałby do rodziny maszyn cyfrowych, choć bez wątpienia ma wszystkie istotne cechy maszyny cyfrowej. Z wyjątkiem właśnie tej jednej. Program nie jest pamiętany elektronicznie ale ustawiany na tablicy przy pomocy wtyczek (tak jak w kalkulatorze w zestawie maszyn licząco-analitycznych).

Tym niemniej UNIVAC 1004, nawet w swej najskromniejszej wersji, może pamiętać 961 znaków alfanumerycznych (to jest liter lub liczb). Natomiast przy najskromniejszym zestawie maszyna cyfrowa serii IBM 1401 ma pamięć o pojemności 1400 znaków. Jest to prawie dokładnie półtora raza więcej. Trzeba jednak uwzględnić, że w pamięci tej musi się jeszcze zmieścić program, przez co miejsce dla danych znacznie się skurczy. I to jest raczej wadą małej maszyny cyfrowej.

Jedno jest pewne. Wszystkie przedstawione wyżej małe maszyny cyfrowe są na razie niczym innym jak lepszymi (szybkimi i bardziej wielostronnymi) urządzeniami do przetwarzania danych na kartach dziurkowanych. Znajdują zastosowanie tam, gdzie konwencjonalna technika kart dziurkowanych dochodzi do kresu swoich możliwości, gdzie nawał kart i danych staje się tak wielki, że nie można mu już podołać nawet z dwoma i trzema zestawami maszyn licząco-analitycznych.

Istnieje zasada, że trzy zestawy maszyn licząco-analitycznych opłaci się zastąpić przez jedną maszynę cyfrową. Przy tym wchodzą tu już w grę także koszty dzierżawy w granicach od 10000 do 20000 marek miesięcznie.

Jedną z najnowocześniejszych małych maszyn cyfrowych jest IBM 360/20. Dysponuje ona nawet w podstawowym standardowym zestawie, czytnikiem i dziurkarką kart, ponadto można podłączyć do niej szybką drukarkę i pamięć operacyjną o zawartości (w podstawowym zestawie) 4096 znaków. Jednakże nawet i to urządzenie jest krasnoludkiem pośród innych maszyn cyfrowych. I nie można nikomu mieć za złe, jeśli powie, że taka mała maszyna cyfrowa jest niczym innym jak tylko ulepszonym kalkulatorem lub dobrze działającym, programowalnym tabulatorem.

Chociaż IBM 360/20, IBM 1401, czy UNIVAC 1004 są pełnowartościowymi elektronicznymi maszynami cyfrowymi, to jednak z tego powodu, że stoją na pograniczu między tradycyjną techniką kart dziurkowanych a techniką komputerową, nadano im szczególną nazwę *maszyny kartowe*. (Nie wyklucza to jednak tego, że wiele z małych maszyn cyfrowych może być rozbudowanych, przez podłączenie dodatkowych urządzeń do elektronicznych maszyn cyfrowych wyższego rzędu).

Sortowanie, łączenie kart i tym podobne czynności, typowe dla techniki kart dziurkowanych, nie mogą być wykonywane samodzielnie przez małą maszynę cyfrową. Trzeba do niej dołączyć odpowiednie urządzenia. Najwygodniej jest połączyć ją z tzw. jednostką wielofunkcyjną, która potrafi czytać dwoma kanałami (np. dane stałe i dane zmienne), potrafi rozdzielać karty i sortować je do różnych kaset. Poza tym potrafi jeszcze drukować i dziurkować na kartach oraz je powielać. Takie jednostki wielofunkcyjne są na ogół bardzo poszukiwane. Istnieją dla maszyn IBM 360/20 i UNIVAC 1004.

Wymieniliśmy dotąd trzy małe maszyny cyfrowe. Są to IBM 360/20, UNIVAC 1004 i IBM 1401. Czy istnieją jeszcze inne?

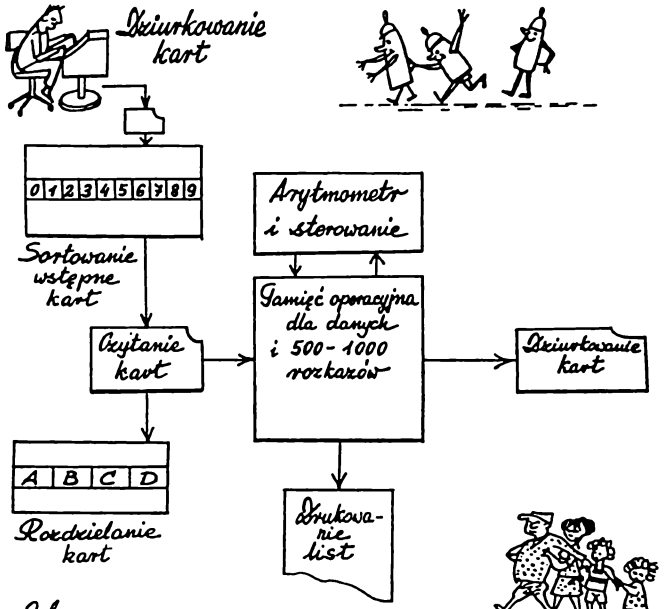
Można by zaliczyć do nich maszynę cyfrową Siemensa S4004/15 do zastosowań ekonomicznych, która jest również krasnoludkiem wśród maszyn cyfrowych. Wprawdzie nie posiada ona jednostki wielofunkcyjnej, ale za to można przyłączyć do niej cały szereg urządzeń peryferyjnych zarówno wejściowych jak i wyjściowych. Można także dołączyć dodatkową pamięć. Dlatego S4004/15 jest chyba największą spośród małych maszyn cyfrowych.

Małe maszyny cyfrowe Siemensa S 4004/15 i IBM 360/20 mają poza tym jedną wspólną cechę są mianowicie najmniejszymi potomkami tak zwanej rodziny maszyn cyfrowych i wszystkie ich programy mogą być bez zmiany zastosowane dla każdego większego potomka tej samej rodziny. Ale o tym będzie mowa jeszcze później.

Mówią Państwo, że jeszcze powinniśmy przedstawić Państwu cztery małe maszyny cyfrowe, aby rzeczywiście było ich w sumie siedem? Dobrze! Ale najpierw chcielibyśmy prześledzić w jaki sposób przy pomocy małej maszyny cyfrowej wykonuje się, na przykład, obliczanie wynagrodzeń. Mówiliśmy o tym szkicowo już na początku tej książki,

ale wtedy był to tylko przykład. Teraz zajmiemy się realiami. To co teraz Państwo przeczytają, zgadza się co do joty z praktyką.

Przypuśćmy więc, że mamy małą maszynę cyfrową wyposażoną w jednostkę wielofunkcyjną i pamięć o niezbyt małej pojemności.



Schemat małej maszyny cyfrowej

Koszt dzierżawy około 10 000 marek miesięcznie

Z działu personalnego przychodzą na bieżąco informacje o tym kto przybył, a kto się zwolnił z pracy, komu urodziło się dziecko a kto się rozwodzi itd. Wszystkie dane zebrane na formularzach i wielokrotnie sprawdzone wędrują na stanowisko dziurkarek. Tam zostają sporządzone karty personalne według aktualnego stanu. Karty dziurkuje się ręcznie. Na stanowisko dziurkarek przychodzi również informacja z warsztatu o wykonanych zamówieniach. Na kartach zostaje wydziurkowane kto, ile czasu, i nad jakim zamówieniem przepracował.

O tym wszystkim mówiliśmy już w drugim rozdziale i nie jest to wobec tego niczym nowym dla Państwa. Ale przypuszczalnie po raz pierwszy zobaczą Państwo, oglądając stronę 49 organizacyjny schemat elektronicznego obliczania wynagrodzeń.

Wydziurkowane na kartach informacje będące podstawą do obliczania wynagrodzeń zostaje w ciągu tygodnia posortowane według numerów robotników. Zostają również zanotowane urlopy, choroby, wizyty

u lekarzy i w urzędach. Suma godzin przepracowanych i godzin nie przepracowanych, musi u każdego robotnika wynieść dokładnie 40 (nadgodziny są wykazane osobno) i ten warunek musi być najpierw przez maszynę cyfrową sprawdzony. Jeśli wszystko się zgadza, można przystąpić do obliczania wynagrodzenia brutto każdego robotnika. Wynagrodzenia brutto sumuje się z różnych składników, wynagrodzenia godzinowego, wynagrodzenia od sztuki, godzin nadliczbowych itd. Wynagrodzenie brutto zostaje wydziurkowane na osobnej karcie, a inne karty mogą być już odłożone. Można je teraz posortować, aby wydobyć szczegóły jakiegoś zamówienia, dane do przeprowadzenia obrachunku zakładu, czy do kalkulacji — zależy co akurat jest potrzebne.

Na podstawie wynagrodzenia brutto oblicza się, jak to już przedtem pokazywaliśmy na przykładzie, wykorzystując dane personalne, wynagrodzenie netto. W tym celu wprowadza się do jednostki wielofunkcyjnej jednym kanałem karty wynagrodzeń brutto, a drugim kanałem karty danych personalnych. Maszyna cyfrowa wespół z jednostką wielofunkcyjną wykonuje według programu łączenie kart i oblicza wynagrodzenie netto, które wydziurkowuje na nowych kartach razem z wielkością potrąceń (podatków, ubezpieczeń, kasy chorych, itp.).

Karty wynagrodzeń netto należy teraz jeszcze raz wprowadzić do maszyny cyfrowej, aby mogły być wydrukowane koperty i lista płac, względnie, przy wypłacie bezgotówkowej, przelewy.

W następnym cyklu obliczeń komputer opracowuje listę potrzebnych do wypłaty banknotów, ile potrzeba odcinków stumarkowych, dziesięcio- i pięciomarkowych ile i jakich sztuk bilonu, aby gotówkę rozdzielić w kopertach.

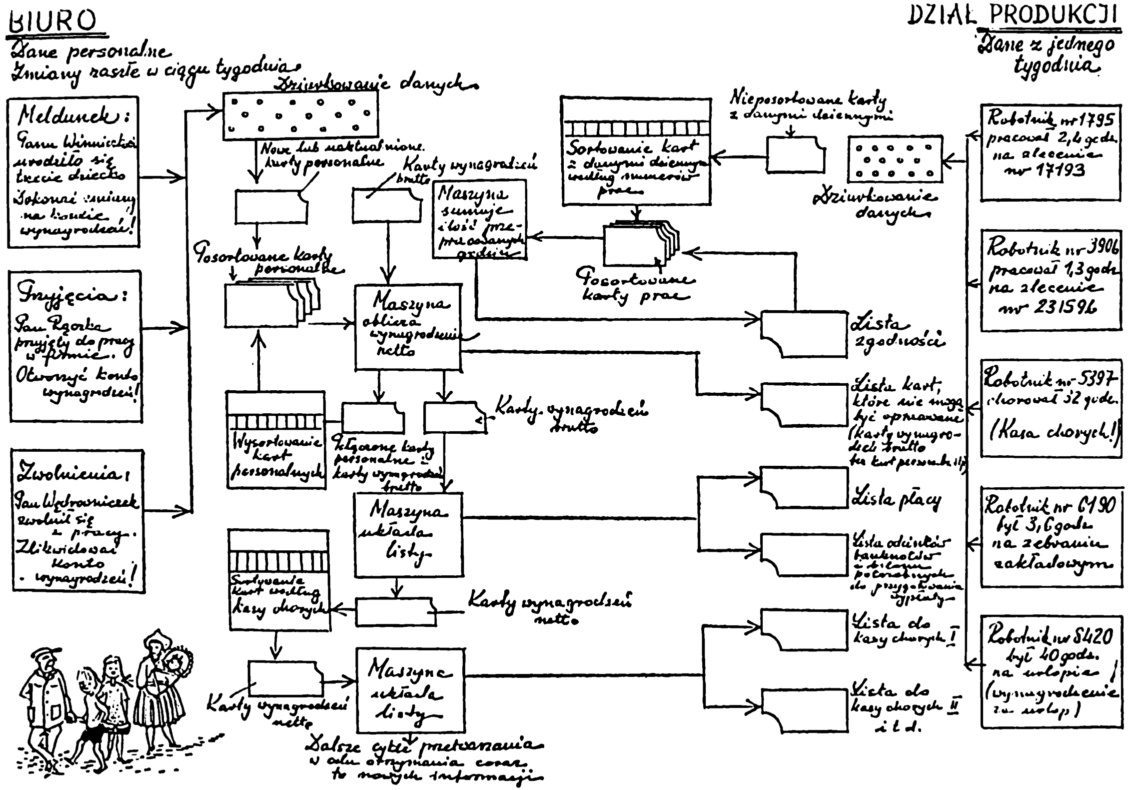
W następnych cyklach zostają zebrane, obliczone i wydziurkowane w postaci przekazu, należności Kasy Chorych oraz pozostałe składki ubezpieczeniowe.

I tak komputer liczy i liczy bez końca. Większa maszyna cyfrowa poradziłaby sobie z tym w czasie jednego lub dwóch cykli obliczeń, ale naszemu komputerowi krasnoludkowi brak miejsca w pamięci. Dlatego 20 do 30 cykli obliczeń w systemie obliczania wynagrodzeń wcale nie należy do rzadkości. Każdy cykl obliczeń wymaga osobnego programu. Jeśli teraz przyjąć, że każdy program zawiera tylko 500 rozkazów, to dla całego systemu otrzymamy już 10000 do 15000 rozkazów.

Trzeba liczyć, że czas zaprogramowania jednego rozkazu, z uwzględnieniem wszystkich przygotowawczych i pomocniczych czynności, wynosi co najmniej jedną godzinę. Dla 15 000 rozkazów otrzymamy 15000 godzin czyli 375 tygodni pracy. Po podzieleniu na pięciu ludzi zatrudnionych przy układaniu programu otrzymamy więcej niż jeden rok pracy.

Widzą teraz Państwo dlaczego w poprzednim rozdziale twierdziliśmy, że na rozpoczęcie prac przygotowawczych nigdy nie jest za wcześnie.

Wydaje się, że odpowiednim zajęciem dla małej maszyny cyfrowej może być opracowanie zestawień statystycznych — czyli zestawienie wielu różnych danych według określonego punktu widzenia.

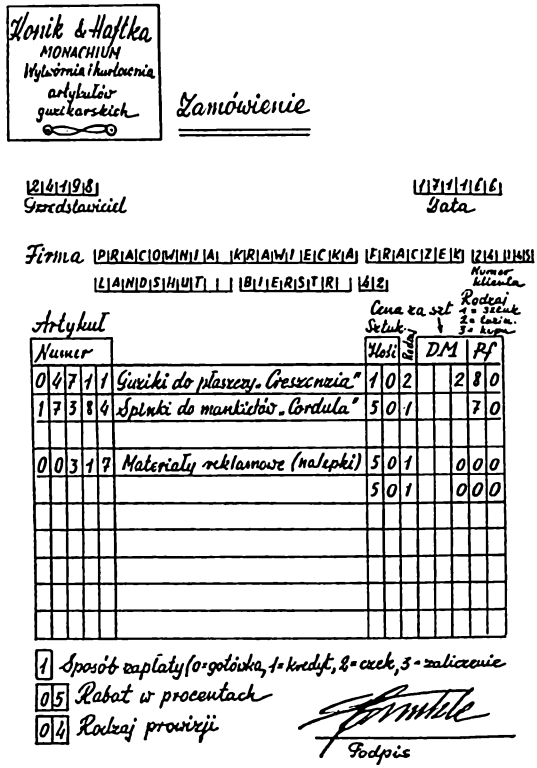

BIURO
Dane personalne
Zmiany zaszłe w ciągu tygodnia
Meldunek:
Pani Winnickiej urodziło się trzecie dziecko
Dokonać zmiany na koncie wynagrodzeń!
Przyjęcia:
Pan Rzążka przyszedł do pracy w firmie.
Otworzyć konto wynagrodzeń!
Zwolnienia:
Pan Wędrowniczek zwolnił się z pracy.
Zlikwidować konto wynagrodzeń!
Dziurkowanie danych
Nowe lub uaktualnione karty personalne
Karty wynagrodzeń brutto
Posortowane karty personalne
Maszyna oblicza wynagrodzenie netto
Wysortowanie kart personalnych
Karty wynagrodzeń brutto
Maszyna sumuje ilość przepracowanych godzin
Maszyna układa listy
Karty wynagrodzeń netto
Sotowanie kart według kasy chorych
Maszyna układa listy
Karty wynagrodzeń netto
Dalsze cykle przetwarzania w celu otrzymania coraz to nowych informacji
Sortowanie kart z danymi dziennymi według numerów prac
Posortowane karty prac
Nieposortowane karty z danymi dziennymi
Dziurkowanie danych
DZIAŁ PRODUKCJI
Dane z jednego tygodnia
Robotnik nr 1795 pracował 2,4 godz. na zlecenie nr 17193
Robotnik nr 3906 pracował 1,3 godz. na zlecenie nr 231596
Robotnik nr 5397 chorował 32 godz. (Kasa chorych!)
Robotnik nr 6190 był 3,6 godz. na zebraniu zakładowym
Robotnik nr 8420 był 40 godz. na urlopie! (wynagrodzenie za urlop)
Lista zgodności
Lista kart, które nie mogą być opracowane
Lista płacy
Lista do kasy chorych I
Lista do kasy chorych II
i t. d.

Czy pozwolą Państwo znowu na przykład z branży guzikarskiej?

Ażeby produkcję firmy Konik & Haftka rozprowadzić między ludzi, uwija się cały zastęp 241 przedstawicieli po całej Republice Federalnej, która w tym celu została podzielona na 53 okręgi przedstawicielskie. Każdy przedstawiciel posiada własny pięciocyfrowy numer. Pierwsze dwie cyfry określają okręg, w którym przedstawiciel działa, ostatnie trzy są jego numerem rozpoznawczym. Numer 24198 oznacza zatem, że mamy do czynienia z przedstawicielem nr 198 (pan Mayer-Schulze), który działa w okręgu 24 (Regensburg — Passau — Straubing — Landshut).

Pan Mayer-Schulze, zawsze gdy coś sprzeda, wypełnia formularz zamówień, który widoczny jest na tej stronie.

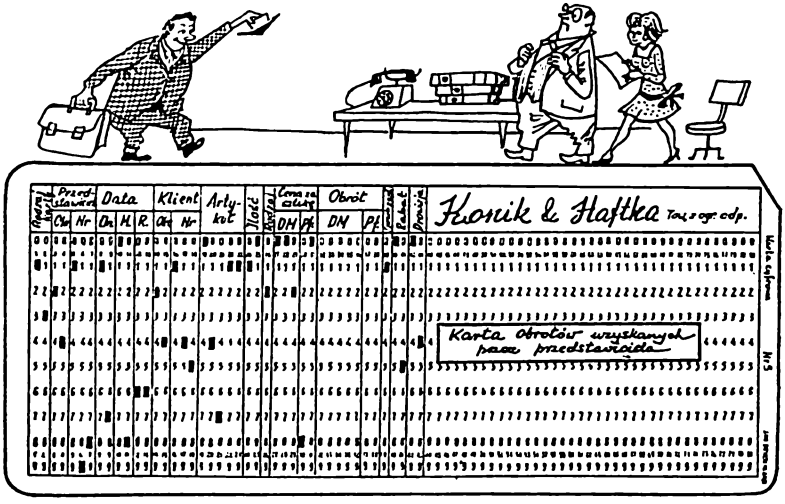
Pan Mayer-Schulze wpisuje swój numer i datę, następnie adres i numer klienta. (Także numer klienta posiada na pierwszych dwóch miejscach wpisany numer okręgu). Teraz następuje właściwe zamówienie i numer żądanego artykułu, ilość, rodzaj (tzn. czy pojedyncze sztuki, tuziny, czy pudełka) i cena jednostkowa. Każdy artykuł wypełnia jeden



wiersz zamówienia, więc jeśli mistrz krawiecki pan Fraczek zamawia więcej niż dziesięć różnych pozycji, wtedy pan Mayer-Schulze dołącza następny formularz zamówienia.

Na końcu przedstawiciel wpisuje sposób uregulowania rachunku, w tym wypadku jeszcze udzielony rabat (gdyż każdy chce żyć, a konkurencja jest liczna) oraz rodzaj prowizji, który określa poziom na jakim żyje przedstawiciel. „4" może na przykład oznaczać, że przedstawiciel otrzymuje od obrotu 5 procent, „3" oznacza, że jest młodszym przedstawicielem i otrzymuje tylko 2,5 procent od obrotu. „2" może oznaczać, że w ogóle nie jest na procencie, a otrzymuje stałe wynagrodzenie, podczas gdy „7" oznacza, że otrzymuje nadzwyczajną prowizję, gdyż osiągnął nieprzeciętnie duże obroty.

Co teraz dzieje się z zamówieniami? Trafiają one na stanowisko dziurkarek w firmie Konik & Haftka i zostają wydziurkowane na kartach — każdy zamówiony artykuł na osobnej karcie. Z tych kart maszyna cyfrowa sporządza najpierw rachunek dla klienta, a następnie wszystkie dokumenty dla księgowości i dokumenty do przygotowania wysyłki. W końcu sporządza statystyki, na przykład statystykę obrotów. Do tego potrzebne są tzw. karty obrotów, które można otrzymać z kart, na któ-



rych wydziurkowane są rachunki po prostu przez powielenie tych kart, z pominięciem niepotrzebnego tylko nazwiska klienta. Przykład takiej karty widzą Państwo na tej stronie.

Wydział pana Lubryki potrafi z danych zawartych na kartach obrotów wyprodukować, przy pomocy komputera, niesłychane wprost ilości zadrukowanego papieru. W pierwszym przebiegu obliczeń ilość poszczególnych artykułów zostaje pomnożona przez cenę jednostkową, co daje obrót brutto. (W tym samym przebiegu zostają wyrzucone wszystkie

karty, które w kolumnie „rodzaj karty" mają numer różny od 13, gdyż 13 jest numerem kart obrotów i jeśli jakaś karta nosi numer różny od 13 to trafiła teraz pod zły adres).

Od obrotów brutto zostaje obliczony i potrącony rabat. Wtedy otrzymujemy obrót netto, który zostaje zapisany w kolumnach od 29 do 35 tej samej karty.

Następna runda. Całą tę górę kart sortuje się według numerów przedstawicieli i tabulator wypisuje dla każdego przedstawiciela jeden wierszyk, który dokładnie określa ile dany pan osiągnął obrotu w rozpatrywanym okresie. Dla naszego przedstawiciela pana Mayer-Schulze może to wygląda na przykład tak:

08 24.198 26.384,22 7,1 1.802,26 5,0 1.269,20

Liczby te oznaczają, że pan Mayer-Schulze (przedstawiciel nr 198 w okręgu 24) osiągnął w miesiącu 08 (sierpień) 26384,22 marek obrotu, udzielił od tego 7,1% = 1802,26 marek rabatu i należy mu się 5% = = 1269,20 marek prowizji.

Lista ta przeznaczona jest dla kierownictwa przedsiębiorstwa. Jej układ jest zaprogramowany w ten sposób, że zawsze zanim przejdzie się do nowego okręgu, sumuje się wszystkie kwoty z poprzedniego okręgu.

W taki sposób karty sortowane są na dziesiątki sposobów; za każdym razem otrzymujemy w wyniku nowe zestawienie (każde zestawienie wymaga naturalnie osobnego programu). I tak powstaje zestawienie obrotów dla poszczególnych artykułów, które wykazuje ile poszczególne artykuły wnoszą do ogólnego obrotu przedsiębiorstwa (jest to ważne dla celów planowania reklamy). Następnie powstaje zestawienie obrotu całych grup artykułów. To zestawienie w firmie Konik & Haftka jest szczególnie święte, ponieważ pan Konik, gdy był jeszcze praktykantem, od tej czynności właśnie zaczynał i przez trzydzieści lat co miesiąc, ręcznie, sporządzał takie zestawienie. Dalej zestawienie prowizji. Zestawienie najbardziej chodliwych artykułów w każdym okręgu. Zestawienie udzielonych rabatów. Statystyka umiejętności poszczególnych przedstawicieli do sprzedawania określonych towarów, itd. ... W niektórych firmach nie ma temu końca.

Nie miejmy jednak złudzeń. Wielu z tych zestawień wielkiej (w kilogramach) wagi nikt nie czyta. Niedawno w pewnym przedsiębiorstwie pomysłowy kierownik biura przetwarzania danych, któremu jedna ze statystyk personalnych wydała się szczególnie niedorzeczna, wprowadził ukradkiem do niej jeszcze jeden wiersz. Wyglądało to tak:

rodzaj wypłaty	liczba	należność
choroby	217 dni	20.439,37
zasiłek dla karmiących matek	62 dni	8.981,76
urlopy	361 dni	23.511,08
zasiłek dla karmiących ojców	71 dni	9.775,41
zebrania zakładowe	432 dni	39.123,11

Lista wychodziła co miesiąc w pięciu egzemplarzach. I gdy po roku nikt przeciw niej nie zaprotestował, wysunął propozycję zrezygnowania z tej statystyki, której najwidoczniej i tak nikt nie czyta. Pomysłowy ten człowiek wprowadził (czy zauważyliście Państwo?) innowację, zasiłek dla karmiących ojców. Mimo że karmiący ojcowie są naprawdę rzadkością, nikt tego w ogóle nie zauważył.

We wszystkich zestawieniach statystycznych typowe jest to, że nie zawierają danych stałych. Cechy, według których porządkuje się materiał liczbowy, nazywane są parametrami. Parametrem może być numer przedstawiciela, prowizja, itd. Czasami może być potrzebne, aby sumę końcową, albo pewne sumy częściowe występujące na liście zatrzymać i dodawać w ciągu całego roku jako pozycje z „przeniesienia" w czasie obliczeń następnej listy. Mówimy wtedy o przenoszeniu albo kumulowaniu. Aby tego dokonać rozpatrywaną liczbę z jej znakiem rozpoznawczym wpisuje się na specjalny rodzaj kart, tzw. karty kumulacyjne. Karty kumulacyjne dodaje się potem, według życzenia, do stosu sortowanych kart. Jeśli dodamy kartę kumulacyjną, to powstanie na przykład, bieżąca statystyka obrotu osiąganego przez przedstawicieli (sama nazwa jest już prawie tak długa jak to zestawienie), jeśli nie dodamy, jest to tylko miesięczne zestawienie.

Programiści zajmujący się zagadnieniami naukowo-technicznymi mają, w porównaniu ze swymi kolegami parającymi się zagadnieniami ekonomicznymi, stosunkowo łatwe życie. Niektórzy specjaliści będą się może dziwić temu stwierdzeniu. Czyż zagadnienia z dziedziny gospodarki nie są o wiele łatwiejsze od zagadnień naukowo-technicznych? Prowadzenie księgowości jest przecież, w porównaniu z zagadnieniem obliczania szybkości elektronów plutonu, dziecinną zabawą. A może nie?

Ależ tak, tak. Ale za to samo przetwarzanie danych w zakresie zastosowań ekonomicznych, w firmie Konik & Haftka czy w podobnym przedsiębiorstwie jest niezwykle trudne. A już szczególnie przykra jest bardzo duża ilość napływających danych. Weźmy pod uwagę choćby statystykę obrotu, o której dopiero co właśnie mówiliśmy. Jeśli taka statystyka ma w ogóle mieć sens (i szansę na poważne traktowanie) to musi zawierać dane włącznie do ostatniego obrotu, i do ostatniego zawartego zamówienia.

Aby należycie to sobie wyjaśnić, sięgnijmy znowu do praktyki. Jeśli każdy z 241 przedstawicieli firmy Konik & Haftka przysyła miesięcznie pięćdziesiąt zamówień, to jest to w sumie 12050 kartek. Jeśli każde zamówienie zawiera choćby tylko pięć pozycji (a to jeszcze nie tak wiele) to otrzymamy w ciągu miesiąca 60250 kart dziurkowanych.

Tysiąc kart dziurkowanych ułożonych w stosiku ma wysokość 16 centymetrów. Ach, więc to niewiele?

Ale 60250 wpływających co miesiąc kart zamówień, jeśli to Państwo sobie policzą, tworzy stos wysokości równo dziesięciu metrów. Czy to również niewiele?

Każda karta zawiera w przybliżeniu 40 kolumn, czyli cyfr. 60250 kart daje dwa i pół miliona cyfr miesięcznie. Także niewiele?

Z tego trzeba zdać sobie całkiem jasno sprawę zanim przystąpi się do programowania. Dlatego praca w dziedzinie zastosowań ekonomicznych wymaga gruntownych badań i ustalenia skąd pochodzą i w jaki sposób powstają dane.

Programy dla zastosowań ekonomicznych mają pecha nie tylko z tego powodu, że posiadają dużo danych wejściowych, czyli tzw. duży zbiór wejściowy. Najczęściej mają także nie mniej liczny zbiór wyjściowy. Przypomnijmy sobie tylko różne zestawienia otrzymywane z 2,5 miliona liczb dostarczonych przez przedstawicieli firmy Konik & Haftka. W porównaniu z tym trud ułożenia poszczególnego programu zaledwie może być brany pod uwagę. Już raczej może być gorsze to, że programów musi być wiele. (Chociaż właściwie w przypadku naszych zestawień statystycznych mogą się one sprowadzić do jednolitego procesu sortowania i kilku krótkich programów sumowania i rozmieszczania danych).

Trudności przy programowaniu występują zawsze tam, gdzie ma się do czynienia z ludźmi. W firmie Konik & Haftka dane wejściowe pochodzą od 241 różnych ludzi, od pilnych i od leniwych, od porządnych w pracy i niechlujnych, od rozważnych i od takich, którym wszystko jedno. Dane te są z kolei dziurkowane na kartach przez pół tuzina innych ludzi, co znów zwiększa współczynnik błędu. Zagadnienie zbierania danych przedstawia ciągle największą trudność.

Dlatego właśnie twierdziliśmy, że programiści zajmujący się zagadnieniami naukowo-technicznymi mają łatwiejsze życie. Ich zadania są najczęściej dosyć porządnie sformułowane i rozwiązanie ich oparte jest na solidnych podstawach naukowych i w mniejszym stopniu zależy od indywidualności programisty. Oczywiście i tu sprawa może się skomplikować i dlatego matematykę muszą doskonale znać. W każdym bądź razie zagadnienia naukowo-techniczne mają stosunkowo mało danych wejściowych (często wszystkie dane wejściowe zawarte są na jednej małej karteczce papieru) a i wydruk wyniku końcowego jest najczęściej bardzo skromny. Dlatego nikomu nie przeszkadza, że maszyny cyfrowe używane do rozwiązywania zagadnień naukowo-technicznych mają najczęściej dosyć powolne urządzenia wejściowo-wyjściowe. Na przykład maszyna IBM 1130 (piąty na naszej liście małych maszyn cyfrowych) czyta tylko 400 kart w ciągu minuty, podczas gdy IBM 1401 (o którym była już mowa na początku tego rozdziału) ma wydajność dwukrotnie większą. Maszyna IBM 1401 może wydrukować na szybkiej drukarce 600 wierszy w ciągu minuty, a IBM 1130 tylko 80 wierszy. Czy nie sądzą Państwo, że to szalona różnica? Ale naukowcom i technikom nie robi to w ogóle różnicy, nie przeszkadza im to. Drukarka małej maszyny cyfrowej Z23 firmy Zuse (numer sześć na naszej liście), która pomyślana jest zarówno do zastosowań naukowo-technicznych jak i ekonomicznych, stanowi kompromis drukując 300 wierszy w ciągu minuty.

Sam przebieg wykonywania programu naukowo-technicznego może być za to skomplikowany. Zdarza się, że wykonywanie takiego programu, chociaż maszyna mało czyta i drukuje, trwa godzinami.

Poznali Państwo w międzyczasie dwie nowe małe maszyny cyfrowe IBM 1130 oraz Z23. Musimy jeszcze przedstawić IBM 1620 — mały komputer do zastosowań naukowo-technicznych. Teraz mamy już wszystkie siedem. Maszyny do zastosowań naukowo-technicznych są najczęściej tak małe, że można je ustawić bezpośrednio w laboratorium, gdzie nie zajmują wiele miejsca.

A jak się na nich pracuje?

Bardzo prosto. Jeśli uczony, czy inżynier, wyprowadzi jakiś nowy wzór, o którym sądzi, że może do czegoś się przydać, wtedy migiem formułuje go w Algolu albo Fortranie. Następnie wprowadza do maszyny program tłumaczący z danego języka, tzn. translator (w IBM 1130 translator można pamiętać na dodatkowym dysku i w razie potrzeby wywołać). Teraz wprowadza do maszyny zapisaną w Algolu czy Fortranie formułę, która po chwili wychodzi wydziurkowana na kartach w języku wewnętrznym maszyny. Te karty wprowadza się na nowo do maszyny i teraz może ona rozpocząć liczenie. (Szczególnie elegancko pracuje maszyna Z 23. Translator pamiętany jest na 1000 pierwszych komórkach bębna. Zadanie formułuje się nie w Algolu ani Fortranie lecz w tzw. kodzie fryburskim, który w czasie wczytywania programu tłumaczony jest na język wewnętrzny. Teraz wystarczy wcisnąć klawisz START i maszyna zaczyna liczyć).

Po pewnym czasie (małe maszyny cyfrowe są najczęściej także niezbyt szybkie) wynik wychodzi na światło dzienne, a usatysfakcjonowany inżynier przekazuje maszynę cyfrową swojemu koledze, który każe jej sporządzić tablicę z tysiąca bardzo ważnych liczb, gdyż, jeśli sam miałby ślęczeć nad tym, dostałby nerwowej choroby. Później przychodzi ktoś z sąsiedniej pracowni i pożycza maszynę do rozwiązywania swoich problemów i tak się dzieje przez cały dzień.

Dane przetwarzane w zakresie zastosowań ekonomicznych są stosunkowo proste i prozaiczne — są to numery, symbole kodu, kwoty należności, ilość, liczby godzin, ceny jednostkowe, itd. Wiadomo z góry ile cyfr najwyżej posiadać będzie każda liczba. Wiadomo, że żadne pudełko guzików nie będzie kosztować więcej niż 999,99 marek. A jeśli ktoś chce zamówić 125 partii guzików do spodni, a w formularzu są przewidziane na to tylko dwie kolumny, wtedy zamawia w dwóch pozycjach, raz 99 i raz 26 partii co w sumie stanowi żądaną ilość. Również nie ma kłopotu z szukaniem przecinka, wiadomo z góry gdzie się on znajduje, przyjęło się mianowicie, przy pisaniu cen, stawiać go po dwóch miejscach od końca.

Przy obliczaniach naukowo-technicznych wszystko jest inaczej. Przypuśćmy na przykład, że chcemy przy pomocy naszej maszyny cyfrowej obliczyć wyrażenie

$$y = \frac{x}{6 - x}$$

przy czym x jest ciągiem liczb pomiędzy, powiedzmy -1 i 10. Jest to zadanie, jakie w istocie może zdarzyć się w praktyce (chociaż to obli-

czenie jest tak proste, że dużo szybciej można policzyć to od ręki, niż programować na maszynę cyfrową. Policzmy zatem!). Dla $x = 1$ otrzymamy:

$$y = \frac{1}{6 - 1} = 0{,}2$$

Dla $x = 2$;

$$y = \frac{2}{6 - 2} = 0{,}5$$

Dla $x = 3$;

$$y = \frac{3}{6 - 3} = 1{,}0$$

Dla $x = 4$ otrzymamy następujący wynik:

$$y = \frac{4}{6 - 4} = 2{,}0$$

Dla $x = 5$:

$$y = \frac{5}{6 - 5} = 5{,}0$$

Otrzymywane liczby rosną w widoczny sposób. Weźmy jeszcze $x = 5{,}5$!
Otrzymamy

$$y = \frac{5{,}5}{6 - 5{,}5} = 11{,}0$$

A dla $x = 6$? Proszę bardzo:

$$y = \frac{6}{6 - 6} = \frac{6}{0} = \infty$$

Sześć podzielone przez zero równa się nieskończoność — to już wygląda gorzej. Spróbujmy jeszcze: z $x = 5{,}9$!

$$y = \frac{5{,}9}{6 - 5{,}9} = 59$$

A dla $x = 5{,}99$ otrzymamy nawet

$$y = \frac{5{,}99}{6 - 5{,}99} = 599$$

No dobrze! A spróbujmy dla $x = 6{,}1$!
Otrzymamy:

$$y = \frac{6{,}1}{6 - 6{,}1} = -61$$

A to historia! Teraz jeszcze liczba ujemna! Spróbujmy jeszcze na koniec $x = 10$!

$$y = \frac{10}{6 - 10} = -2{,}5$$

Wynik jest wprawdzie znowu większy, ale ciągle pozostaje ujemny. Sami Państwo widzicie, nawet przy tym naprawdę prostym obliczeniu otrzymujemy liczby coraz innego rzędu, przecinek skacze to tu, to tam, znaki minus i plus pojawiają się, to znów znikają...

Nawet w czystej matematyce nie ma żadnego porządku! Mówi sobie zadowolony w duchu pan Lubryka, ponieważ u niego nic takiego nigdy by się nie zdarzyło.

Ażeby pokonać trudności z wędrującym przecinkiem, elektronicy zajmujący się budową maszyn cyfrowych wymyślili coś, co nazywa się przecinkiem zmiennym.

Oznacza to, że liczba 15,99 będzie pamiętana jako

$0{,}1599 \cdot 10^{2}$

Ten dziwny, lecz matematykom dobrze znany sposób pisania liczb z napisaną nieco wyżej za dziesiątką małą dwójeczką (wykładnikiem potęgi) oznacza, że przecinek należy przesunąć o dwa miejsca w prawo.

Na odwrót zaś

$0{,}2397 \cdot 10^{-3}$

oznacza, że przecinek należy przesunąć o trzy miejsca w lewo, a otrzymamy liczbę, która ma zwyczajnie postać $0{,}0002397^{10}$.

Ponieważ wśród danych mogą wystąpić liczby o rozmaitej ilości miejsc i przed i po przecinku, dlatego dla maszyny cyfrowej, jeśli mamy zamiar liczyć ze zmiennym przecinkiem, przedstawiamy te liczby w postaci: zero, przecinek i tak dalej, dodając do tego odpowiedni wykładnik potęgi (pomijając przy tym samą podstawę potęgi, tzn. dziesięć). Liczbę

7189,536

przedstawimy zatem w postaci

$0{,}7189536 \cdot 10^{4}$

a do maszyny cyfrowej wprowadzimy w postaci pary liczb

7189536 4

Liczbę

−0,00356

przedstawimy najpierw w postaci

$-0{,}356 \cdot 10^{-2}$

a maszyna cyfrowa otrzyma ją w postaci

−356 −2

Maszyna cyfrowa (jeśli w ogóle może liczyć ze zmiennym przecinkiem, co na ogół jest tylko cechą maszyn do zastosowań naukowo-technicznych jak IBM 1130 lub 1620, ale można również osiągnąć za pomocą podprogramu jak np. w maszynie Z 23) już sobie z tym poradzi, pomno-

ży, doda, podzieli liczby i ustawi w wyniku przecinek przez podanie odpowiedniego wykładnika potęgi.

Dla znaku minus każda maszyna cyfrowa musi mieć naturalnie swój własny znak, który rozumie i któremu potrafi nadać właściwą matematyczną interpretację. Dotyczy to oczywiście również maszyny cyfrowej pana Lubryki. W przeciwnym bowiem razie w jaki sposób można by zapisać, że firma Fraczek ma niespłacony kredyt w firmie Konik & Haftka?

Odpowiednia i dobrze zbudowana

Maszyny cyfrowe średniej wielkości

Małe maszyny cyfrowe współpracujące wyłącznie z urządzeniami do kart dziurkowanych są na pewno pożyteczne, ale daleko przy ich pomocy zajść nie można. Między nami mówiąc, są to ulepszone nowoczesne tabulatory, które dla małych przedsiębiorstw są w stanie prowadzić także przetwarzanie danych.

Przy rozwiązywaniu wielu zadań prowadzą do celu okrężnymi drogami. Mogliśmy się już o tym przekonać, gdy była mowa o wynagrodzeniach. Obliczanie wynagrodzeń netto, należności dla kasy chorych, czy składek ubezpieczeniowych szło dosyć mozolnie i w oddzielnych cyklach.

Granicę zastosowania takiej małej maszyny cyfrowej wyznaczają dane podstawowe. Przy przekroczeniu pewnej określonej ich ilości maszyna przestaje sobie dawać radę i wszystko staje na głowie. Pan Lubryka wyrywa sobie resztki włosów z głowy, pan Konik krzyczy, a pan Haftka przygotowuje się w duchu by wyjaśnić cierpliwie swemu wspólnikowi, że istnieją przecież obecnie większe maszyny cyfrowe, z taśmami albo dyskami, w każdym bądź razie z pojemnymi pamięciami peryferyjnymi. Wkrótce potem stara, poczciwa karta sumaryczna, która służyła dotąd jako pamięć zewnętrzna, zostaje z honorem pochowana gdzieś na tylnym dziedzińcu firmy Konik & Haftka i od tej pory nie mówi się już w firmie o systemie kart dziurkowanych lecz o przetwarzaniu danych. W dwa dni później, na rozkaz pana Haftki, robotnik ze służby warsztatowej zmienił tabliczkę *Dział techniki kart dziurkowanych* na *Centrum Obliczeniowe*.

Nie można nie docenić faktu, że za kartą dziurkowaną jako pamięcią zewnętrzną kryje się nie tylko bogactwo nabytego w tym zakresie doświadczenia, lecz również, bardzo często, pewien światopogląd. W wielu przedsiębiorstwach przetwarzanie danych pozostało na etapie tabulatora tylko dlatego, że odpowiedzialni za to ludzie mieli ciągle przed oczyma kartę dziurkowaną (niejednokrotnie całkiem pustą).

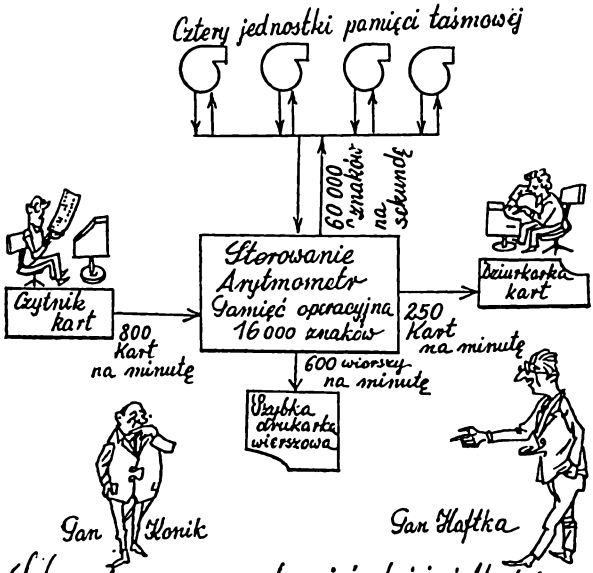
Potrzebna jest nam maszyna z pamięcią taśmową! powiedział pan Haftka, który nie na darmo wertował przez rok podręczniki. A dokład-

niej mówiąc, maszyna cyfrowa, z czterema jednostkami taśmowej pamięci zewnętrznej!

Pan Konik Zaniepokoił się. Cztery taśmy! To nie będzie tanio! Nie, powiedział pan Haftka, tanio nie będzie. Ale bez tego będzie jeszcze drożej. Przecież te niezliczone ilości danych podstawowych, z tym sobie w ogóle nie będzie można dać rady. To leci na nas jak skrzynia z guzikami, która spadła z ciężarówki!

Porównanie przekonało pana Konika. Umowa o dzierżawę maszyny cyfrowej została podpisana i uzgodniono termin dostawy. Jaka będzie? Może większa siostra IBM 360/20, na przykład model 30 lub 40 — w zależności od tego jak szybko dane powinny być przetwarzane.

Te maszyny cyfrowe różnią się od małych maszyn, które przedstawiliśmy Państwu w poprzednim rozdziale, przede wszystkim tym, że oprócz czytnika i dziurkarki kart nie potrzebują żadnych innych urządzeń do kart dziurkowanych, żadnych sorterów czy kolatorów, nic takiego. Schemat maszyny cyfrowej średniej wielkości widzą Państwo niżej.



Schemat maszyny cyfrowej średniej wielkości współpracującej z taśmą magnetyczną
Miesięczny koszt dzierżawy 40 000 marek

Może to być IBM 1401, ale także Honeywell 200, albo IBM 360/30, CDC 3200 lub UNIVAC 1040.

Sortowanie należy oczywiście w dalszym ciągu do najważniejszych czynności takiej maszyny cyfrowej, w tym nic się nie zmieniło. Ale

teraz odbywa się ono elektronicznie, bezpośrednio na taśmie pamięci. A w jaki sposób się odbywa postaramy się ładnie opowiedzieć.

Pozostańmy przy przykładzie obliczania wynagrodzeń, który w międzyczasie stał się nam ulubiony i bliski. Dane personalne robotników muszą być przeniesione z kart dziurkowanych na taśmy. (Tego klasycznego, pierwszego cyklu pracy — rejestrowania danych na kartach dziurkowanych — nie udało się także i tu jeszcze ominąć).

Karty dziurkowane wędrują do czytnika kart, skąd cała informacja przekazywana jest do pamięci operacyjnej. (Odpowiedni rozkaz brzmi: „Czytaj karty!")

Na następny rozkaz („zapisz bloki na taśmę") informacja zawarta na kartach zostaje zapisana na taśmie magnetycznej. Gdybyśmy umieli odczytać gołym okiem impulsy magnetyczne z taśmy, wtedy odcyfrowany zapis przedstawiłby się nam jak na rysunku ze strony 62.

Związaną ze sobą grupę danych, jaką tam widzimy, nazywa się *blokiem*. Każdy blok przedstawia zaś, mówiąc językiem księgowych, pewne konto.

Na początku bloku stoi określona liczba — numer rozpoznawczy. Przy jej pomocy maszyna cyfrowa może szybko odnaleźć szukany blok. Blok z danymi zawartymi na jednej karcie dziurkowanej zajmuje na taśmie długość około jednego centymetra. Żeby zaś maszyna cyfrowa nie miała trudności z wyszukiwaniem bloków, pomiędzy każdymi dwoma blokami znajduje się mała przerwa [11].

Wyobraźmy sobie teraz, że na naszej szpuli taśmy znajduje się dziesięć tysięcy bloków, które chcemy uporządkować w kolejności ich numerów rozpoznawczych. Tutaj uprościmy sobie zadanie i przyjmiemy, że jest tylko 16 bloków a każdy numer rozpoznawczy jest dwucyfrowy:

08 01 13 98 37 28 14 15 93 94 95 12 07 52 59 10

Taśma nr 1, na której bloki teraz się znajdują, jest taśmą początkową. W pierwszym przebiegu dokonamy podziału bloków na dwie inne taśmy, pierwsze dwa bloki przeniesiemy (również w żądanej kolejności) na taśmę nr 2. Następne dwa na taśmę nr 3 i tak dalej.

Po pierwszym przebiegu wygląda to więc tak:

Taśma nr 2: 01 08 / 28 37 / 93 94 / 07 52 /

Taśma nr 3: 13 98 / 14 15 / 12 95 / 10 59 /

Sortowanie według tej metody nazywa się *łączeniem dwudrożnym*. Obie taśmy zostają teraz przewinięte i następuje łączenie danych i ich zapis na czwartą taśmę, tak że na czwartej taśmie powtarzają się na przemian po dwa bloki z drugiej taśmy i po dwa z trzeciej.

Taśma nr 4: 01 08 13 98 / 14 15 28 37 / 12 93 94 95 / 07 10 52 59

Taśma nr 4 zostaje znowu rozdzielona na taśmę nr 2 i nr 3:

Taśma nr 2: 01 08 13 98 / 12 93 94 95

Taśma nr 3: 14 15 28 37 / 07 10 52 59

Jeżeli Państwo pozwolą nam przerwać w tym miejscu i dalszy ciąg sortowania zostawią swojej wyobraźni będziemy za to bardzo wdzięczni.

Mogą wszak Państwo postąpić tak samo jak my i pozostawić te szesnaście bloków częściowo uporządkowane, tak jak są. Najważniejsze jest to, że zrozumieli Państwo samą metodę, która przy pracy na maszynach cyfrowych wyposażonych w taśmy magnetyczne jest tak ważna, że otrzymała piękną oficjalną nazwę *dzielenie i łączenie* [12].

Do tego rodzaju metody sortowania potrzebne są cztery taśmy. Dlatego prawie wszystkie maszyny cyfrowe średniej wielkości wyposażone są w cztery jednostki pamięci taśmowej. (Wprawdzie oszczędny, jak zwykle, pan Konik obliczył, że można by się obejść tylko trzema taśmami. Ale to kosztowałoby czas, w którym maszyna cyfrowa nie pracowałaby. To zaś byłoby droższe, niż jeszcze jedna jednostka pamięci taśmowej — odparował pan Haftka. I pan Konik musiał przyznać mu rację.)

Po sprowadzeniu nowej maszyny cyfrowej, drugą co do ważności sprawą jest założenie porządnego archiwum taśm. W archiwum przechowywane są wszystkie najważniejsze dane firmy. Znajduje się tam taśma z sumami wynagrodzeń, taśma zawierająca stan magazynu, bilans firmy, taśma zawierająca konta dłużników i wiele innych taśm.

Gdyby ktoś, przez nieuwagę pomieszał ze sobą te taśmy, wtedy szacowna firma Konik & Haftka znalazłaby się w ciągu jednego dnia na skraju katastrofy.

Taśmy muszą być, z reguły przy każdym przebiegu obliczeń, aktualizowane. Na przykład taśma wynagrodzeń, na której każdy pracownik firmy ma konto w postaci bloku. Znajdują się tam wszystkie dane, z wyjątkiem danych dziennych, potrzebne do obliczenia wynagrodzenia pracownika. Dane muszą być naturalnie zmienione, gdy zajdzie tego potrzeba, np. zmieni się stan rodzinny robotnika albo przynależność wyznaniowa. Wtedy przy cotygodniowym obliczeniu wprowadza się do maszyny cyfrowej nową informację na karcie dziurkowanej. Między innymi na taśmie prowadzone jest konto każdego robotnika, które za każdym razem zmienia się. Sumowane są na nim tygodniowe zarobki, aby przy końcu roku można było wiedzieć, ile każdy robotnik zarobił. Potrzebne to będzie bowiem do obliczenia rocznego podatku wyrównawczego. Dodatkowo mogą tam być zapisywane także sumy wynagrodzeń miesięcznych lub inne dane — to zależy od upodobań głównego księgowego.

Posługiwanie się taśmą magnetyczną nie jest oczywiście tak proste jak kartami dziurkowanymi, z których, jeśli kto ma na to ochotę, można wyjąć pojedynczą kartę i odczytać zawarte na niej dane. Z taśmy nie można nic przeczytać. Jeśli ktoś chce wiedzieć, co jest zapamiętane na taśmie, musi informację z taśmy wprowadzić do pamięci operacyjnej maszyny cyfrowej i dopiero stąd wyprowadzić ją przy pomocy urządzenia wyjściowego, np. drukarki. Do tego potrzebny jest naturalnie specjalny program, gdyż bez programu maszyna cyfrowa nie napisze nawet kreski.

Tak więc do posługiwania się taśmami potrzebny jest cały system programów — program czytania taśmy, program zmiany zawartości taśmy, itp. System ten nazywany jest przez fachowców systemem obsługi taśm.

Szereg gorzkich doświadczeń doprowadził do pewnych środków ostrożności przy posługiwaniu się taśmami. Na przykład przy zmianie zawartości taśmy w czasie przebiegu obliczeń można by wczytać blok z taśmy do maszyny cyfrowej, zmienić i znowu wprowadzić na to samo miejsce. To byłoby jednak zbyt ryzykowne. Najmniejszy błąd w pracy maszyny (która nie jest w żadnym wypadku całkowicie niezawodna) i konto byłoby nieodwracalnie zniszczone. Dlatego odczytywaną taśmę (w zmienionej, lub też w niezmienionej postaci) przepisuje się na drugą taśmę. W ten sposób przy każdym przebiegu ze starej taśmy powstaje nowa taśma zawierająca uaktualnioną informację. Trzeba więc przechowywać coraz to nowe taśmy, za to, gdy wyjdzie na jaw jakikolwiek błąd, wystarczy powtórzyć najczęściej tylko jeden przebieg obliczeń.

Źle byłoby również, gdyby archiwista pomylił taśmy i gdyby przez to maszyna zaczęła wpisywać dane stałe dotyczące wynagrodzeń na trzystumetrową taśmę magnetyczną zajętą kontami niezbyt chętnych do spłaty długów klientów. Aby uniknąć takich kataklizmów daje się

każdej taśmie znak rozpoznawczy, tzw. etykietkę tytułową. Jest to pierwszy blok taśmy, w którym zapisuje się informację o samej taśmie co zawiera, kiedy powstała, ile ma przebiegów obliczeń za sobą, kiedy najwcześniej może być skasowana, itd.

Wreszcie niektórym taśmom daje się dodatkowo zabezpieczenie w postaci specjalnego pierścienia zapisu. Informacja na takiej taśmie może być zmieniona tylko wtedy, gdy pierścień jest założony.

Nigdy dosyć ostrożności!

Teraz gdy już to wszystko Państwo wiedzą mogą Państwo przyjrzeć się rysunkowi na stronie 66. Zobaczą tam Państwo przebieg wykonywania programu obliczeń. Po lewej stronie przedstawiona jest część programu dotycząca wprowadzenia zmian. Informacje o zmianach pobierane są z wydziału personalnego i zostają wydziurkowane, posortowane elektronicznie i zapamiętane na taśmie wejściowej. Przy pomocy taśmy wejściowej ze starej taśmy z danymi personalnymi robi się taśmę aktualną, która posłuży jako jedna z taśm do obliczania wynagrodzeń.

Po prawej stronie widać, że dane dzienne zostają również wydziurkowane, wprowadzone na taśmę, posortowane i sprawdzone. Później obliczane jest wynagrodzenie brutto i wreszcie wynagrodzenie netto. Wynik zostaje wprowadzony na taśmę wynagrodzeń. Oprócz tego powstaje nowa taśma zakumulowanych wynagrodzeń, która służy do opracowywania statystyk płac, statystyki personalnej i innych interesujących zestawień. Taśma wynagrodzeń służy nie tylko do wydrukowania kopert do wypłaty, lecz również do otrzymywania wielu różnych innych list jak lista składek ubezpieczeniowych, lista rodzajów banknotów i bilonu potrzebnego do sporządzenia wypłaty, itp.

Naturalnie istnieją również inne problemy, niż banalne obliczanie wynagrodzeń.

Przed paroma laty pewien amerykański koncern, który posiadał wiele firm w Europie miał poważne kłopoty. Koncern ten zwykł był pewną część dochodu wynikłego z działalności firm europejskich przekazywać z powrotem do dyspozycji tych firm. Wszelako wiązał się z tym warunek, by pieniądze te przeznaczane były na rozwój badań określonej problematyki i projektowanie nowych urządzeń. Jednym słowem, by przyczyniały się do tego, że firmy te, również w przyszłości, dotrzymają kroku innym równie zapobiegliwym firmom konkurencyjnym. W grę wchodziły znaczne sumy, wiele milionów dolarów miesięcznie, które dzielono na setki projektów.

Troska kierownictwa towarzystwa dotyczyła kontroli nakładów pieniężnych i efektów. Znaczna ilość projektów powodowała, że nie można było co miesiąc śledzić postępu wszystkich badań.

W tej sytuacji wezwano do pomocy ludzi zajmujących się przetwarzaniem danych. Wymyślili oni system, który wyglądał mniej więcej tak. Co roku wszystkie firmy należące do koncernu składają na specjalnym formularzu wnioski, ile pieniędzy potrzebują w nadchodzącym roku. W tym samym formularzu podaje się również plan budżetu oraz

na jakie stadia można podzielić projekt i kiedy poszczególne stadia powinny być zakończone.

Jeśli projekt zostanie zatwierdzony wtedy otrzymuje numer, który składa się z numeru firmy i pewnej liczby. Następna liczba wskazuje na gałąź produkcji, do której projekt należy. Również poszczególne stadia rozwoju projektu otrzymują swoje numery. W postaci liczby podaje się również czas ich zakończenia.

Dwie następne liczby oznaczają tolerancję. Tolerancja budżetowa określa, o ile procent, w górę lub w dół, można przekroczyć lub nie wykorzystać planowanego budżetu. Tolerancja czasowa określa, o ile maksymalnie tygodni później lub przed czasem można zakończyć poszczególne stadia projektu.

Wszystkie dane, które są w zakresie działania całego koncernu znormalizowane, zostają wydziurkowane i po posortowaniu według numerów projektów zapamiętane na taśmie magnetycznej projektów. Do centrum obliczeniowego koncernu napływają co miesiąc dane o każdym projekcie. Częściowo jest to informacja zmieniająca dane podstawowe projektów (może się wszak zdarzyć — i byłby to zgoła zwykły przypadek — że projekt jest chwilowo niewykonalny, gdyż kierownik naukowy projektu dostał zawału serca). W przeważającej części jest to jednak informacja o osiągniętych wynikach, o zakończonych całkowicie stadiach rozwoju projektu z podaniem daty zakończenia. Maszyna cyfrowa przyjmuje to wszystko do wiadomości i rozpoczyna pracę.

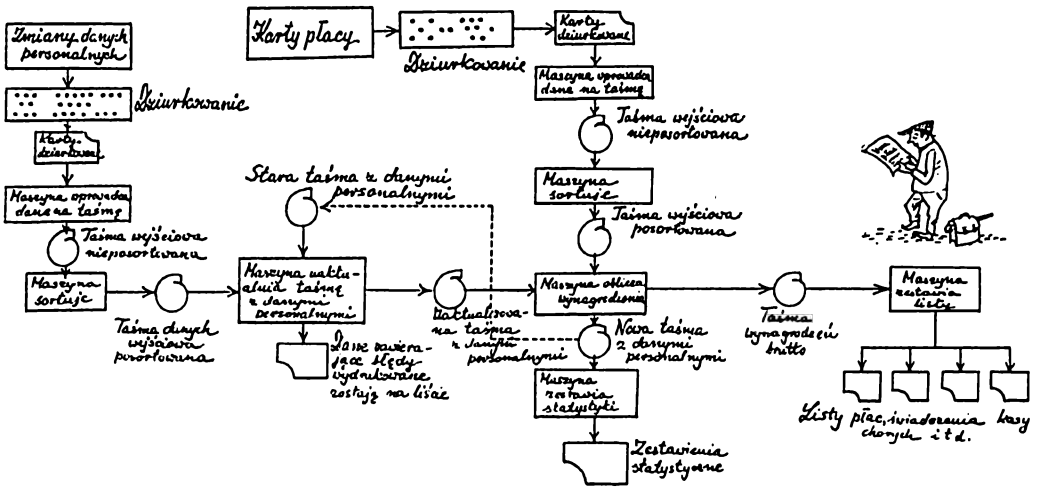
Przede wszystkim sprawdza, czy znalazła się firma tak niedbała, że nie wysłała comiesięcznego sprawozdania. W ten sposób powstaje pierwsza lista napomnień.

Na drugiej liście znajdują się firmy, które przekroczyły tolerancję budżetową. Na trzeciej zaś te, których terminy zakończenia poszczególnych stadiów projektu nie przebiegają zgodnie z planem.

Inne programy sortują stałe dane zawarte na taśmie projektów i przygotowują zestawienia przeznaczone dla dyrektorów koncernu. Ze szczególną podejrzliwością traktuje przy tym maszyna cyfrowa wszystkie przypadki, w których przekroczenie limitu budżetu lub czasu zdarza się szczególnie często. W takim przypadku zostaje wydrukowana lista wszystkich zakłóceń, które już się wydarzyły.

Tego rodzaju metoda zarządzenia nosi nazwę „zarządzenie na podstawie odchyleń" („management by exception"). Oznacza to, że wszystko co przebiega normalnie i zgodnie z planem nie wymaga interwencji i nie jest umieszczane na zestawieniach. Wszystko natomiast co przekracza ustaloną tolerancję jest natychmiast sygnalizowane. Dawniej odpowiedzialny kierownik musiał przewertować góry papieru, aby wykryć punkty krytyczne. Dzisiaj wystarczy jeśli przejrzy dwie, trzy listy i wie dokładnie na co zwrócić szczególną uwagę. Całą pracę wymagającą rutyny załatwia maszyna cyfrowa.

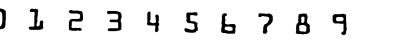
W rzeczywistości system taki jest daleko bardziej skomplikowany, niż ten ukazany w kilkudziesięciu wierszach tej książki. Składa się on z około 40 programów i zawiera około 20 000 rozkazów. Co miesiąc naj-


Zmiany danych personalnych
Dziurkowanie
Karty dziurkowane
Maszyna sortuje
Taśma wejściowa nieposortowana
Taśma danych wejściowa posortowana
Stara taśma z danymi personalnymi
Maszyna aktualnia taśmę z danymi personalnymi
Dane zawierające błędy wydrukowane zostają na liście
Karty płacy
Dziurkowanie
Karty dziurkowane
Maszyna sortuje
Taśma wejściowa posortowana
Maszyna oblicza wynagrodzenia
Nowa taśma z danymi personalnymi
Maszyna zestawia statystyki
Zestawienia statystyczne
Taśma wynagrodzeń brutto
Maszyna zestawia listy
Listy płac, świadczenia chorych i t.d.
kasy

szybsza maszyna cyfrowa poświęca mu cały dzień swojej pracy. Bez maszyny cyfrowej „zarządzanie na podstawie odchyleń" nie może być w ogóle w rozsądny sposób wykonywane.

Na stronie 66 przedstawiliśmy schemat maszyny cyfrowej średniej wielkości. Prawdę mówiąc jest to dosyć nudnawy osobnik, niczym nie wyrastający ponad przeciętność.

Gdyby Państwo spytali, no a co mogłoby wyróżnić go z masy innych? Odpowiedzielibyśmy: Na przykład urządzenie, jakie stosuje się w bankach w Ameryce, do czytania liczb i liter. Urządzenie takie nie potrafi wprawdzie odczytać odręcznej recepty lekarskiej, ale potrafi odczytać znaki maszyny do pisania o specjalnym kroju czcionki — na przykład takie jak te:



To pismo odczytywne jest optycznie. Fotokomórki badają liczbę i wytwarzają odpowiednie impulsy. Inne rodzaje pisma nanoszone są na papier przy pomocy specjalnych atramentów lub farby zawierającej materiał magnetyczny, a urządzenie odczytuje je przy pomocy specjalnych przyrządów pomiarowych.

Istnieją też dla maszyn cyfrowych do zastosowań ekonomicznych i naukowo-technicznych urządzenia do kreślenia krzywych, tzw. „plottery", które sterowane maszyną cyfrową kreślą różne piękne i starannie narysowane krzywe.

We wszystkich dotychczas przytoczonych przykładach wychodziliśmy z pewnej określonej metody pracy maszyny cyfrowej. Przyjęliśmy mianowicie, że maszyna cyfrowa wykonuje przeznaczone jej zadania kolejno jedno po drugim. Teraz sortuje koperty wynagrodzeń, później rozwiązuje jakieś skomplikowane równanie i tak dalej. Taką metodę pracy można nazwać *przetwarzaniem partiowym* (batch mode).

Przy przetwarzaniu partiowym potrzebny jest szczegółowy plan pracy maszyny cyfrowej. Nie można na przykład poszczególnych danych dotyczących wynagrodzeń przetwarzać, gdy tylko pojawiają się w centrum obliczeniowym. Trzeba je gromadzić do czasu, gdy napłyną wszystkie dane. Dopiero wtedy można je wszystkie wprowadzić do maszyny cyfrowej. Ale tymczasem maszyna cyfrowa, która pracuje przecież bez wytchnienia, może być akurat zajęta.

Wprawdzie obliczanie wynagrodzeń jest tak ważne (pieniądze muszą przecież być gotowe na piątek wieczór), że na to czas pracy maszyny jest zawsze, na wszelki wypadek, zarezerwowany. Ale gdyby wszystkie dane miały nie przyjść na czas, wtedy sprawa wyglądałaby kiepsko. Droga maszyna cyfrowa nie może czekać, aż będziemy ze wszystkim gotowi. W takim przypadku można właściwie wprowadzić do maszyny inną partię. Ale co powiedzą robotnicy, gdy nie otrzymają w piątek swoich wynagrodzeń...

Tak to wygląda przy pracy metodą przetwarzania partiowego. Zupeł-

nie inaczej przedstawia się sprawa przy pracy w *systemie czasu rzeczywistego* (real time) [13].

Jedno z największych towarzystw lotniczych PANAM, zainstalowało sobie niedawno w Nowym Jorku opodal Grand Central Station maszynę cyfrową, która ma w swojej pamięci wszystkie loty samolotów PANAM w okresie najbliższego pół roku. Przy każdym locie zarezerwowano w pamięci maszyny tyle miejsca, że można tam zapisać wszystkie rezerwacje miejsc.

Przypuśćmy teraz, że Milly Wildcat z Arizony ma zamiar polecieć samolotem przez Londyn, Paryż, Sztokholm do Rzymu, aby poznać tam „dolce vita". Rezerwacji może dokonać gdzie tylko zechce. Z każdej agencji PANAM można połączyć się dalekopisem z maszyną cyfrową i wyjaśnić, że potrzebny jest, wtedy i wtedy, lot na trasie Nowy Jork—Londyn, Londyn—Sztokholm, Sztokholm—Paryż i Paryż—Rzym. Maszyna cyfrowa melduje odwrotnie czy są jeszcze wolne miejsca i rezerwuje, jeśli agencja sobie tego życzy, miejsce dla Milly Wildcat. (Rezerwacja z Frankfurtu w centrali w Nowym Jorku trwa, razem z odwrotnym potwierdzeniem, około czterech sekund).

Gdyby w tym przypadku miało się pracować w systemie przetwarzania partiowego, posługując się pamięcią taśmową, wtedy Milly Wildcat musiałby czekać na informację do czwartku, gdyż maszyna cyfrowa byłaby może akurat nie przy rezerwacjach, a przy sporządzaniu bilansu lub listy czapek stewardess nr 3, które zostały strącone w podmuchach wiatru w ciągu ostatniego roku.

Taki system byłby nie do przyjęcia. Rezerwacja miejsc lotniczych oznacza, że dane muszą być przykazywane do maszyny cyfrowej w momencie gdy napływają. Na tym polega praca w systemie czasu rzeczywistego.

Przypuszczalnie zrozumieli już Państwo różnicę.
W systemie czasu rzeczywistego maszyna cyfrowa może być zajęta tylko jednym problemem. Do pracy w tym systemie taśma magnetyczna nie nadaje się. Taśmy magnetyczne mają tylko wtedy sens, gdy dane na nich są posortowane (lub mają być posortowane przez maszynę) oraz taśma z danymi podstawowymi i taśma z danymi wejściowymi mogą być zsynchronizowane ze sobą.

W systemie czasu rzeczywistego nie miałoby to naturalnie sensu. Pomyślmy choćby tylko o rezerwacjach lotniczych PANAM-u! Dane podstawowe (w tym przypadku ilość miejsc do dyspozycji w poszczególnych lotach) są oczywiście posortowane, w przeciwnym wypadku nie można by się w ogóle w niczym zorientować. Ale zlecenia rezerwacji napływają przypadkowo i nieregularnie. Gdyby miało się je również sortować, wtedy znaleźlibyśmy się znowu w systemie przetwarzania partiowego.

A przecież chcieliśmy tego właśnie uniknąć.

Zatem pamięci na taśmach nie mają tu zastosowania. Cóż wobec tego? Pamięć na bębnach i dyskach magnetycznych. (Jeśli przypominają

sobie Państwo, są to szybko wirujące metalowe bębny lub dyski, pokryte, podobnie jak taśmy, warstwą magnetyczną). Jeśli taki dysk obraca się dziesięć razy w ciągu sekundy, wtedy potrzebuje 100 milisekund na pełny obrót. Przeciętnie trzeba czekać pół obrotu, zanim informacja, którą chcielibyśmy odczytać (a która również tutaj zapisana jest pod dokładnie określonym adresem) znajdzie się pod głowicą odczytującą. Oznacza to, że *średni czas oczekiwania* wynosi 50 milisekund. Trzeba liczyć, że czas odczytywania informacji wyniesie czas pełnego obrotu. W sumie otrzymamy, że *średni czas dostępu* wynosi 150 milisekund.

Średnio biorąc w ciągu jednej dziesiątej sekundy maszyna cyfrowa udzieli odpowiedzi.

Dla większości zagadnień taki okres czasu pomiędzy postawieniem pytania a otrzymaniem odpowiedzi jest wystarczająco krótki.

Jeśli jednak istnieją ludzie, którzy uważają, że dla nich jest to jeszcze za wolno, to znajdą oni oczywiście szybsze rozwiązanie. Mogą sobie na przykład kupić za kilka milionów marek dodatkową szybką pamięć, która da im czasy dostępu w granicach czterech do ośmiu mikrosekund (milionowych części sekundy).

Jeśli nie mamy do czynienia z danymi posortowanymi, które przetwarzamy po kolei, lecz z przypadkowym ciągiem dostępów, to w jedno, to w inne miejsce pamięci maszyny, wtedy mówimy o *dostępie przypadkowym* do pamięci (random acces). Wszystkie systemy czasu rzeczywistego są zdane na „przypadkowy dostęp" do pamięci.

System rezerwacji miejsc należy do systemów czasu rzeczywistego. Do tego samego typu należą systemy informacyjne, które pozwalają na otrzymywanie następujących informacji. Jaki jest stan zapasów w magazynie określonych artykułów? Jaki jest stan konta pana Ferdynanda Geschke i czy można zrealizować jego czek? Kiedy odjeżdża najbliższy pociąg do Oberkrotzenbach i ile kosztuje bilet? (Taki system opracowała firma Siemens). Czy fabryka samochodów może zrealizować zamówienie 1737 i w jakim czasie? A może zamówione wyroby są gotowe i czekają na składzie?

To wszystko są przykłady zagadnień realizowanych w systemie czasu rzeczywistego. Zechcą Państwo z jednym z takich zagadnień zapoznać się trochę bliżej? Na przykład z organizacją ogromnego magazynu części zamiennych, który składa się z dziesięciu oddziałów w dziesięciu miastach? Znajduje się tam 10 000 różnych części. Niektóre, jak jakieś skomplikowane regulatory, tylko w kilku egzemplarzach, inne części, jak śruby i nity, w tysiącach sztuk. Klienci z całego kraju zgłaszają się dalekopisem i pytają, czy mogliby kupić tą lub inną część i z której filii otrzymają ją najprędzej.

Każda część ma siedmiocyfrowy numer, a każdy z tych numerów ma konto, z którego można dowiedzieć się ile sztuk takich części znajduje się jeszcze w magazynie. Konto jest pięciopozycyjne. Z dziesięciu filii otrzymuje się zatem 50 pozycji. Czy coś trzeba jeszcze? Jeszcze trzy symbole dyspozycji i trochę dalszych liczb jak cena, rabat, itp. W sumie około 80 liczb (lub znaków) dla każdej części. Dla 10 000 części stanowi

to 800 000 znaków, które można wszystkie zmieścić na jednym dysku pamięci o średnicy 50 cm!
Tak mało zajmuje to miejsca.

Dalej wygląda to tak. Klient ze Stutgardu pyta za pomocą dalekopisu centralę, czy może dostać wał korbowy numer 1870.
Na dalekopisie wystukuje zamówienie:

numer	zamówienie	miejscowość
0001870	1 szt.	073

Maszyna cyfrowa odnajduje na dysku miejsce, w którym zapamiętane jest konto numer 1870. (Taki proces szukania, który dla nikogo z nas nie przedstawiłby większych trudności, dla maszyny cyfrowej może być skomplikowanym problemem matematycznym. Jeśli nie chce się po prostu zaczynać przeglądania od początku aż do momentu znalezienia żądanego numeru, gdyż trwałoby to zbyt długo. Dlatego programuje się skomplikowane metody skrócenia czasu poszukiwania [14]. Mimo to wyszukiwanie zajmuje w sumie prawie tyle samo czasu co sortowanie w systemie przetwarzania partiowego. Tyle, że nie zauważa się tego wcale, gdyż ułamki sekund nie mają czasu by nagromadzić się, po prostu nikną niezauważone pomiędzy postawionym pytaniem, a odpowiedzią maszyny cyfrowej).

Gdy maszyna cyfrowa znajduje żądany numer, przepisuje zawartość konta do pamięci operacyjnej i wtedy sprawdza z zawartości konta, czy żądana część może być wysłana z miejscowości 073. Jeśli jest to niemożliwe, gdyż stan konta w tej miejscowości jest równy zeru (wszystkie wały korbowe zostały sprzedane), wtedy włącza się podprogram, który wskazuje maszynie cyfrowej najbliżej od Stuttgartu leżącą filię magazynu — Monachium. Teraz zostaje zatem sprawdzony stan konta w Monachium i okazuje się, że istotnie są tam jeszcze 23 sztuki wałów. Wtedy maszyna cyfrowa podaje na dalekopis odpowiedź:

zamówienie 073
numer 0001870 nieosiągalny
ale osiągalny w 079
czy zrealizować?

Klientowi potrzebny jest wał korbowy bardzo pilnie, wobec tego sprowadzi go sobie chętnie i z Monachium. Ba, byłby nawet gotów przywieźć go stamtąd ręcznym wózkiem, jeśli trzeba.
Tak więc stuka na dalekopisie:

zamówienie 073
numer 0001870 sprowadzić z 079

A maszyna cyfrowa, uprzejma jak zwykle, przesyła następujące potwierdzenie:

Zamówienie z 073 skierowano do 079
zaksięgowano:
stary stan 0001870 23 sztuki
nowy stan 0001870 22 sztuki
numer księg. 1932
dnia 23.07.66 godz. 12.30

Z potwierdzeniem klient jedzie do magazynu w Monachium. Tam wiedzą już o zamówieniu, gdyż maszyna cyfrowa wysłała takie same zamówienie również do Monachium.

Dla maszyny cyfrowej, mogą Państwo wierzyć, nie przedstawia to większej różnicy, czy zamawia miejsce w samolocie, hotelu, wały korbowe, czy też call girls. Metoda jest ta sama.

Nie można sobie również wyobrazić innego systemu niż system czasu rzeczywistego jeśli chce się przy pomocy maszyny cyfrowej sterować lot rakiety na Księżyc. Cały rozkład jazdy układa maszyna cyfrowa. Określa czas, kiedy odległość Księżyca od Ziemi jest najmniejsza. Układa i rozwiązuje skomplikowane równania, w których parametrami są przyciąganie ziemskie, ciężar rakiety, zużycie paliwa, opór tarcia, obrót ziemi, kąt startu, jak również inne szczególne i trudne do przewidzenia czynniki.

Następnie rakieta zostaje odpalona i od tego momentu maszyna cyfrowa porównuje stale rzeczywisty kurs rakiety z zaplanowanym i sprawdza czy nie zaszły odchylenia.

A nie zdarza się nigdy, aby nie zaszły.

Jeśli odchylenie od kursu zostanie stwierdzone, wtedy maszyna cyfrowa ma pełne ręce roboty. Kurs rakiety trzeba skorygować w ciągu pięciu minut. Potem jest już za późno, gdyż nie starczy po prostu paliwa. Maszyna cyfrowa w najwyższym pośpiechu oblicza, w jakim punkcie odchylonego kursu znajdzie się rakieta za pięć minut. Jest to straszna robota, gdyż trzeba jeszcze raz rozwiązać skomplikowane równania ze zmienionymi danymi. Stąd trzeba wyliczyć parametry korekcji kursu i to wszystko najwyżej w ciągu pięciu minut.

Rozumieją Państwo teraz, dlaczego przy starcie rakiety maszyna cyfrowa jest tak samo niezbędna, jak sama rakieta. I to nie tylko na stacji naziemnej kierującej lotem (gdzie znajduje się maszyna cyfrowa, jedna z największych jakie w ogóle istnieją), ale również na pokładzie samej rakiety znajduje się minikomputer.

Wielu mądrych ludzi twierdzi, że maszyny cyfrowe bez rakiet nie rozwinęłyby się nigdy tak prędko.

Innym zagadnieniem czasu rzeczywistego jest tzw. „message switching" co po polsku oznacza *rozdzielanie informacji*. Interesują się tym porty lotnicze, instytuty meteorologiczne, sztaby generalne a także maklerzy giełdowi.

Również poczty. Urząd telegraficzny (jak go nazwano dawniej) składa się z wielu przychodzących i wychodzących połączeń (linii). Dawniej stały tam telegrafy Morse'a i aparaty piszące na taśmie kropki i kreski. Dzisiaj każda linia kończy się dalekopisem.

Do zadań pracowników urzędu telegraficznego należy troszczenie się o to, aby napływające wiadomości, które zapisane są na taśmie dalekopisowej i zaopatrzone w jeden lub kilka adresów, podać na dalekopis połączony z odpowiednią linią wyjściową.

Podobnie jest na wewnętrznej sieci telegraficznej linii lotniczych. Przypuśćmy na przykład, że oto do portu lotniczego we Frankfurcie przychodzi telegram, który wymienia pasażerów najbliższego lotu Stuttgart — Paryż — Bruksela — Nowy Jork. Porty lotnicze Orly (Paryż), Brukseli i Nowego Jorku są osiągalne ze Stuttgartu tylko przez Frankfurt. Telegram posiada zatem pierwszy adres „FRA", co jest skrótem portu lotniczego we Frankfurcie nad Menem. Dalej idą trzy następne adresy BRU, ORY i NWY — stacje telegraficzne na lotnisku w Brukseli, Paryżu i Nowym Jorku. Linia do Orly przechodzi przez Strassburg. Brukselę osiągnie się przez Kolonię. Nowy Jork przez Brukselę, a więc również najpierw przez Kolonię.

Ażeby takie rozdzielanie telegramów móc powierzyć maszynie cyfrowej opracowano szczególnie przemyślny system. Maszyna cyfrowa sprawdza bez przerwy, po kolei, wszystkie wejściowe linie i to w błyskawicznym tempie. Układ wybierający (scanner) — tak nazywa się ten elektroniczny przełącznik karuzelowy) — łączy się równo sto razy w ciągu sekundy z każdą linią. W porównaniu z tym tempem impulsy, nadchodzące z dalekopisów na poszczególne linie zmieniają się stosunkowo powoli. Na tyle powoli, że układ wybierający może pozwolić sobie na to, by w czasie transmisji wiadomości na wielu liniach obracać się niezmordowanie i w ten sposób wszystkie przychodzące wiadomości jednocześnie przekazywać do maszyny cyfrowej, impuls z linii nr 3, teraz z linii nr 7, a teraz z linii nr 15..., a maszyna cyfrowa dokładnie sortuje przychodzące impulsy w swej pamięci według numerów linii.

Gdy tylko na linii zostanie przekazany znak końca informacji, maszyna cyfrowa szuka na początku przyjętej informacji adresu i przekazuje informację na odpowiednią linię wyjściową, jeśli ta linia jest wolna. Jeśli linia jest akurat zajęta, wtedy informacja czeka w pamięci aż do momentu zwolnienia linii.

Wiadomości wychodzące zostają również rozdzielone przez układ wybierający na odpowiednie linie wyjściowe. Jeśli teraz powiedzą Państwo, że cała ta metoda jest dosyć skomplikowana i w gruncie rzeczy bez sensu, ponieważ można by spokojnie przyjmować całe nadchodzące wiadomości bezpośrednio do pamięci i stamtąd je wysyłać, to będą Państwo mieli rację.

Ale tylko teoretycznie.

W praktyce jest jednak inaczej. A ponieważ właśnie ten przykład wykazuje dobrze, że maszyny cyfrowe posiadają swoją własną, techniczną logikę, więc zatrzymajmy się na nim jeszcze trochę.

Czy zgodzą się Państwo z nami, jeśli porównamy maszynę cyfrową do dworca kolejowego? Z dziesięciu kierunków przychodzą pociągi, które odjeżdżają następnie dalej w dziesięciu różnych kierunkach. Najnormalniej byłoby, całkiem po prostu, skierować je, niezależnie od siebie, na równoległe tory postojowe, skąd, przy pomocy zwrotnic, zostaną jeden po drugim odprawione w dalszą drogę.

No tak, właśnie powiedzą Państwo. Więc dlaczego maszyna cyfrowa to tak komplikuje? Dlaczego nie traktuje tekstu przysłanego dalekopisem tak, jak naczelnik stacji traktuje pociąg? Dlaczego przy pomocy układu wybierającego robi taki bałagan?

Uśmieją się Państwo, ponieważ tak właśnie jest praktyczniej.

Na początku naturalnie wcale na to nie wygląda. Układ wybierający rozkłada w pewnym sensie przychodzące pociągi na pojedyncze wagony, a potem rozdziela je na poszczególne tory postojowe. Stąd drugi układ wybierający zabiera je, formuje znowu w składy i wysyła w drogę.

I to ma być praktyczniej?

Na pewno! Trzeba przecież pamiętać, że maszyna cyfrowa, jeśli pragnie pozostać w miarę niedroga, posiada tylko po jednym kanale wejścia i wyjścia. W języku naszego przykładu kolejowego oznacza to, że pomiędzy całą masą torów prowadzących do stacji, a torami postojowymi oraz pomiędzy torami postojowymi, a torami wychodzącymi ze stacji istnieje tylko jeden pojedynczy krótki odcinek torów, przez który wszystkie wagony muszą być przeprowadzone, gdzie są rejestrowane i skąd nastawiane są na odpowiednie tory wyjściowe.

Jeśli żadne pociągi nie przychodzą jednocześnie, jeśli są odstępy pomiędzy pociągami, jeśli krótko mówiąc, na stacji panuje słaby ruch, wtedy taki jednotorowy odcinek nic nie przeszkadza. Co się jednak stanie, gdy rozkład jazdy zagęści się, gdy liczne pociągi będą przybywały o tej samej porze i możliwie szybko — więc również o tej samej porze — odjeżdżały? Można oczywiście przed wjazdem nastawić na sygnałach czerwone światło, przepuszczać tylko po jednym pociągu, podczas gdy wszystkie inne będą przez ten czas czekać. No tak, ale właśnie tego chcieliśmy uniknąć (a w urzędzie telegraficznym nie można w ogóle o tym nawet pomyśleć — telegramu, który jest właśnie nadawany na linii, nie można przecież zahamować).

Dlatego nasz układ wybierający bierze się do pracy, jako reżyser całej akcji. Czy przychodzą dwa pociągi, czy trzy, czy dziesięć jednocześnie, jest mu wszystko jedno. Z błyskawiczną szybkością bierze po jednym wagonie po kolei z każdego pociągu i kieruje je, przez pierwszy pojedynczy odcinek toru, na odpowiednie tory postojowe. Pociągi łączą się ze sobą jak zamek błyskawiczny i rozdzielają się z powrotem. Żaden z nich nie musi czekać. Jasne jest jednak, że wagony na krótkim, pojedynczym odcinku torów muszą poruszać się o wiele szybciej, niż na innych torach. Spełnienie tego warunku nie sprawia maszynie cyfrowej — jeśli wrócimy do naszego przykładu z urzędem telegraficznym — żadnego kłopotu. Maszyna cyfrowa przetwarza informacje setki razy szybciej niż są one przekazywane poprzez urządzenia dalekopisowe. [15]

Dla pewności jednak wszystkie wysyłane informacje zostają zapamiętane na taśmie magnetycznej i gdy maszyna cyfrowa nie ma akurat nic do roboty może tę taśmę statystycznie przebadać. Jeśliby zaś zdarzyło się, że urządzenia wyjściowe są przez dłuższy czas tak przeciążone, że maszyna cyfrowa nie może dostatecznie szybko wysyłać w drogę przyjmowanych wiadomości, wtedy włącza nadmiarową taśmę (overflow tape), na której informacje są przechowywane do czasu, aż zwolnią się odpowiednie linie.

Od czasu do czasu maszyna cyfrowa sprawdza, czy włączona na wyjściu sieć dalekopisowa jest sprawna. W tym celu wysyła przez linie teksty testowe. Jeśli jakieś połączenie jest przerwane, wtedy maszyna cyfrowa wybiera połączenie okrężne, które gwarantuje, że wiadomość zostanie jednak doręczona.

Jeszcze jeden przykład z ogródka systemów czasu rzeczywistego? Dobrze, niech będzie jeszcze jeden! Sterowanie procesami.

Wyobraźmy sobie reakcję chemiczną przebiegającą w olbrzymiej retorcie! System rur doprowadza produkty potrzebne do reakcji. Przy każdej rurze znajduje się zawór regulowany przez maszynę cyfrową. Maszyna cyfrowa ma również wpływ na temperaturę i ciśnienie w retorcie, które mierzy i reguluje przez odpowiednie przyrządy. Może również ustalić ilość poszczególnych produktów we wnętrzu retorty, ilość i jakość produktu końcowego i setki innych czynników. Opracowanie tych danych i następnie sterowanie procesem chemicznym w retorcie jest właśnie zagadnieniem przebiegającym w czasie rzeczywistym, o czym napisane jest w podręczniku szkolnym każdego programisty [16].

Praca maszyny cyfrowej w systemie czasu rzeczywistego jest dużo droższa niż w systemie przetwarzania partiowego. Maszyna cyfrowa musi być w każdej chwili gotowa do pracy nad rozważanymi zagadnieniami i w czasie, gdy czeka na następne dane nie może robić nic innego. Koszty rosną również dlatego, że w takim systemie potrzebne są pamięci zewnętrzne o dostępie przypadkowym, a więc bębny i dyski magnetyczne, droższe niż jednostki pamięci na taśmach magnetycznych.

A już bardzo kosztowny stanie się taki system, jeśli oczekiwać będziemy od niego, by działał bez zarzutu w każdej sekundzie, by na każde zawołanie był gotów udzielić bezzwłocznej odpowiedzi, by nawet sekundę nie był rozkojarzony.

Ponieważ nawet od maszyny cyfrowej trudno oczekiwać spełnienia tych wszystkich wymagań w ciągu 24 godzin na dobę, więc w takim przypadku poradzono sobie sprzęgając ze sobą dwie maszyny cyfrowe, które pracują równolegle w tzw. systemie zdublowanym (w systemie rezerwacji PANAM-u sprzężone są ze sobą dwie maszyny IBM 7080). Jest nadzieja, że przynajmniej jedna z nich będzie funkcjonować.

W klubie milionerów

Duże maszyny cyfrowe

Krok od małych elektronicznych maszyn cyfrowych współpracujących tylko z urządzeniami do kart dziurkowanych, do maszyn cyfrowych średniej wielkości był zasadniczy. Od gospodarowania wyłącznie kartami dziurkowanymi prowadził do współpracy z pamięcią zewnętrzną na taśmach, bębnach i dyskach magnetycznych.

Jeśli sięgniemy teraz jeszcze dalej, do największych urządzeń techniki przetwarzania danych, to właściwie nie dochodzi tu nic nowego. Wszystko staje się tylko większe i sprawniejsze, arytmometr, urządzenie sterujące i przede wszystkim pamięć operacyjna. Jak również szybsze. Duże maszyny cyfrowe są dość ociężałe tym niemniej jednak nie leniwe.

W przemyśle nastąpił podobny rozwój. Skok od dobrze prowadzonego warsztatu do zautomatyzowanej małej fabryczki był gwałtowny. Ale stąd do dużej fabryki nie jest już daleko. Duża fabryka ma tylko jeden problem, który małym zakładom nie jest znany w takiej skali, aby była rentowna, wszystkie jej wydziały muszą być równomiernie obciążone pracą.

Dokładnie ten sam problem istnieje w klubie milionerów wielkich maszyn cyfrowych — czy to będzie UNIVAC 1108, CDC 3800, czy IBM 360/92. Te maszyny cyfrowe są tak drogie, że nie można pozwolić im nawet na minutę nierentownej pracy lub przestoju. Trzeba wykorzystać do ostatka wszystkie możliwości jakie daje pamięć, arytmometr i jednostka sterująca aby uczynić je opłacalnymi.

Problem optymalnego wykorzystywania maszyn zajmował już konstruktorów i programistów od dawna. Pierwszą trudność widzieli oni w stosunkowo powolnych urządzeniach peryferyjnych.

Rzecz wygląda tak, elektroniczna maszyna cyfrowa średniej wielkości, która stoi w księgowości lub w banku nie ma wcale często okazji do wykazania się, jak szybko potrafi liczyć. Tak długo, jak czytnik kart wrzuca nowe dane do pamięci, tak długo, jak drukarka wydaje wyniki, tak długo, jak informacje są pobierane lub zapisywane na taśmy tak długo arytmometr jest bezczynny. A ponieważ czytanie kart dziur-

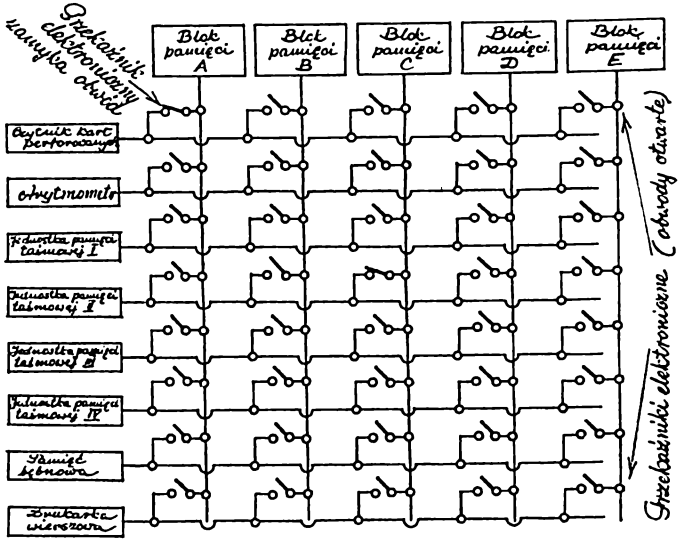
kowanych i stukanie drukarki wierszowej, przy całej właściwej im szybkości, jest jednak daleko wolniejsze od błyskawicznej pracy arytmometru — dlatego ta najistotniejsza część maszyny cyfrowej może tylko w ciągu około dziesięciu procent czasu pracy maszyny wykazać się tym, co potrafi.

Dlatego wymyśla się dla tych maszyn wszelkie możliwe sposoby, aby utrzymać je w stanie ciągłego, pełnego zatrudnienia. Te oto właśnie kunsztowne sposoby stanowią przede wszystkim zasadniczą różnicę pomiędzy maszynami cyfrowymi średniej wielkości i dużymi maszynami cyfrowymi.

W maszynie cyfrowej ER 56 Standard Elektrik Lorenz zastosowano na przykład po raz pierwszy pewne urządzenie do sterowania transmisją danych. A wygląda ono tak.

Pamięć operacyjna podzielona jest na bloki. Każdy blok zawiera tysiąc słów (słowo jest tutaj trzynastopozycyjną liczbą lub odpowiedniej długości grupą liter). Każdy blok pamięci połączony jest z jednostką sterującą. Również inne części maszyny są z nim połączone — więc arytmometr, czytnik kart, jednostki pamięci taśmowej i drukarka wierszowa.

Widzą to Państwo na rysunku. W każdym punkcie połączenia dwóch linii, (nazywa się je „współrzędnymi"), znajduje się mały elektroniczny przełącznik, który może połączyć obie linie, a co za tym idzie może połączyć odpowiedni blok pamięci z inną częścią maszyny cyfrowej. Jeśli na przykład czytnik kart jest połączony z blokiem *A*, wtedy blok *A* pamięci operacyjnej może przyjąć dane zawarte na kartach dziurko-



wanych. Jeśli blok *C* jest połączony z arytmometrem, wtedy dane zapisane w bloku *C* mogą być wprowadzone do arytmometru.

Jednocześnie może być wykonanych pięć połączeń. Jeśli transmisja zostanie zakończona — na przykład wczytywanie danych do bloku *A* — wtedy połączenie zostaje automatycznie przerwane i teraz, jeśli tylko program tego wymaga, z blokiem *A* może połączyć się arytmometr i przetworzyć dane z bloku *A*.

Zalety takiej metody widoczne są na pierwszy rzut oka. Dużej maszynie cyfrowej nie daje się takich ułatwień co jej mniejszym siostrom, które albo czytają karty dziurkowane, albo używają arytmometru, albo sortują dane na taśmach, albo na drukarce wierszowej wydają informacje. Taka maszyna cyfrowa wykonuje jednocześnie do pięciu różnych czynności. A od kunsztu programisty zależy, czy potrafi te czynności tak rozdzielić, żeby maszyna cyfrowa miała jak najmniej przestojów.

Jeśli ktoś chce udawać znawcę przedmiotu, to tego rodzaju urządzenie sterujące transmisję danych nazywa *multipleksorem* a jeszcze dokładniej *multipleksorem pięciokanałowym*. Czasami mówi się również o *multipleksorze przestrzennym* w odróżnieniu od *multipleksora czasowego* [17].

Ten również jest Państwu znany. Jest to nasz układ wybierający z urzędu telegraficznego w poprzednim rozdziale. Zastosowanie jego nie jest naturalnie ograniczone tylko do przyjmowania telegramów. Może on przyjmować dane wszelkiego rodzaju od całego szeregu jednocześnie, chociaż stosunkowo wolno, działających urządzeń wejściowych i przekazywać je do pamięci. Zaletą jest to, że nie potrzeba przy tym podziału pamięci na bloki.

Układ wybierający potrafi również osiągnąć to, że maszyna cyfrowa jednocześnie liczy i wyprowadza dane na linię dalekopisu. Przerywa co chwila program obliczeń, by dać wolną drogę liczbie z pamięci operacyjnej na dalekopis.

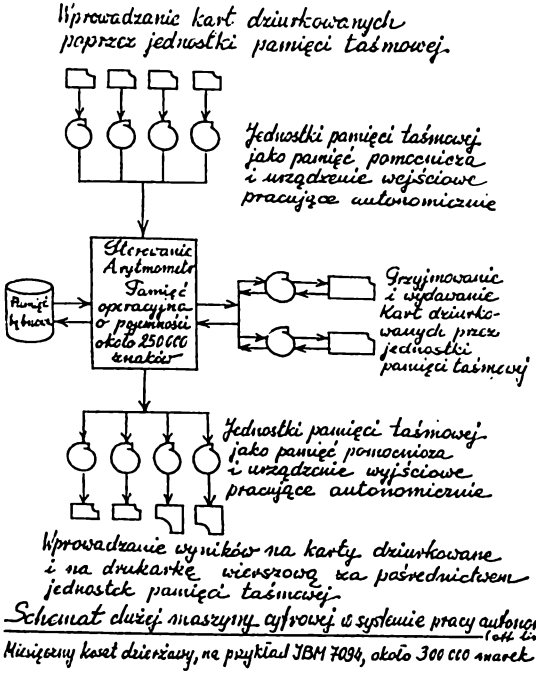
Zorganizowanie pracy układu wybierającego tak, żeby obsługiwał przełączenia z dokładnością do milionowych części sekundy, jest oczywiście zawiłym problemem. Istnieje na to dziesiątki sposobów. Ale trud osiągnięcia takiego rozwiązania opłaca się. Układ wybierający oszczędza wiele czasu, a przez to bardzo dużo pieniędzy.

Krótki odstęp czasu pomiędzy napisaniem na papierze dwóch cyfr, to znaczy czas uruchomienia jednej dźwigni czcionkowej na dalekopisie wystarcza maszynie cyfrowej do wykonania 1000 operacji dodawania. Zatem opłaca się wymyślanie takich wyrafinowanych elektronicznych przełączników i zwrotnic.

Jeszcze przed niewielu zaledwie laty spodziewano się wiele po tak zwanym systemie *pracy autonomicznej* (off-line). Polegało to na tym, że w ogóle nie obciążano maszyny cyfrowej tak powolnymi urządzeniami peryferyjnymi jak czytniki kart, dziurkarki, czy drukarki wierszowe. Zamiast tego używano stosunkowo szybszych taśm magnetycznych, jako pośrednich nośników informacji. Kopiowano zatem elektronicznie i niezależnie od pracy maszyny cyfrowej zawartość kart dziurkowanych na

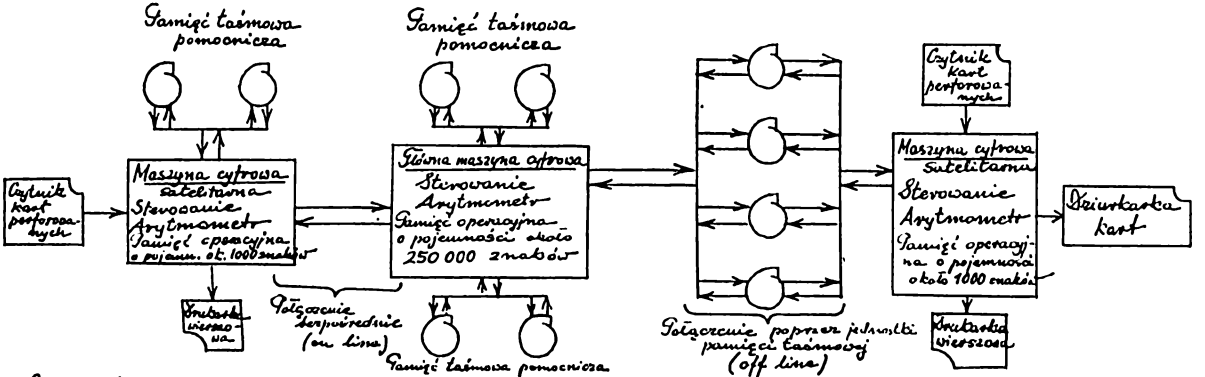
taśmy i używano jednostki pamięci taśmowej jako urządzenia wejściowego. Przy wyprowadzeniu danych postępowano na odwrót. Najpierw nanoszono dane na taśmę magnetyczną, a potem odtwarzano to przy pomocy drukarki wierszowej. („Off-line" oznacza „przerwane połączenie" — tzn. połączenie pomiędzy urządzeniem peryferyjnym a maszyną cyfrową). W takim przypadku taśmę magnetyczną, (niekiedy również dyski magnetyczne), nazywa się *buforem*.

Tego rodzaju system autonomiczny przedstawiony jest schematycznie na rysunku niżej.



Inna możliwość, to przyłączenie do dużej maszyny cyfrowej jednej albo kilku maszyn cyfrowych, tzw. satelitów (rys. na str. 79).

Zadaniem satelitów jest przygotowanie wejściowej taśmy magnetycznej dla dużej maszyny cyfrowej i uruchomienie drukarki lub dziurkarki, gdy taśma wyjściowa jest już gotowa. Oprócz tego mogą one również samodzielnie wykonywać pewne mniejsze zlecenia, jak sprawdzenie poprawności, łączenie, rozdzielanie, przez co wykonują za dużą maszyną cyfrową wszystkie te prace, które są poniżej jej godności i zaprzątają ją tylko niepotrzebnie. Ponieważ dzięki temu wszystkie maszyny cyfrowe należące do systemu są przez cały czas zajęte, system taki wcale nie jest taki drogi, jak mogłoby się wydawać. A dokładniej mówiąc,



Schemat systemu maszyn cyfrowych (system satelitarny) (koszt miesięczny dzierżawy, na przykład maszyny Univac 1108 jako głównej i dwóch Univac 1004 jako maszyn satelitarnych, około 200 000 marek)

system jest bardzo ekonomiczny jeśli ma się zawsze wystarczającą ilość pracy dla całego zaprzęgu.

Zasadniczym problemem, przy pracy na dużej maszynie cyfrowej jest unikanie możliwie każdego nierentownego przestoju. Dlatego też programiści wymyślili tzw. system *priorytetowego przerywania* (program interrupt). Metoda ta, pozwala urządzeniom peryferyjnym zajmującym się jakąś pomocniczą pracą bez żadnego pardonu przerywać wykonywany program główny z tego tylko powodu, że urządzenie peryferyjne albo właśnie zakończyło wykonywaną pracę i chciałoby przyjąć jakieś nowe zlecenie, albo też wykryło błąd, z którym nie może sobie poradzić.

Maszyna cyfrowa jest teraz w sytuacji wyrozumiałego przełożonego, który z uprzejmym uśmiechem, choć z cichym westchnieniem, przerywa swoją o wiele ważniejszą pracę, aby zająć się problemem swojego niższego urzędnika pana Zrzędy.

Jeżeli rzecz sprowadza się tylko do tego, że urządzenie peryferyjne po prostu melduje o zakończeniu wykonywania swojego zadania — na przykład koniec przebiegu taśmy — wtedy maszyna cyfrowa przyjmuje to do wiadomości i dalej zajmuje się swoim programem. Jeśli jednak na przykład na taśmie znalazł się błąd i to on właśnie zmusił urządzenie peryferyjne do wołania o pomoc, wtedy maszyna cyfrowa chcąc nie chcąc musi się tym dokładniej zająć. Najczęściej problem zostanie przekazany potem do operatora maszyny cyfrowej — inżyniera pełniącego dyżur.

operator:
taśma 5 błąd zapisu.
program 007 przerwany.
przy powtórnym uruchomieniu programu wcisnąć klawisz 3.

Zanim operator usunie błąd, zmieni taśmę i wciśnie klawisz numer trzy, maszyna cyfrowa zajmuje się tymczasem innymi zadaniami.

Taka metoda jest bardzo wygodna dla maszyny cyfrowej, a także dla operatora. Ale dla programistów jest to utrapienie, gdyż muszą opracowywać tzw. programy obsługi przerywań (nazywane też automatycznym sterowaniem priorytetowym), co jest potworną mordęgą. Dlatego odruchem zwykłej samoobrony ze strony programistów, było wymyślenie monitora, który został potem rozbudowany do tak zwanego systemu operacyjnego maszyny cyfrowej.

Monitor jest to program, który automatycznie troszczy się o prawidłowy przebieg połączeń pomiędzy maszyną cyfrową a jej urządzeniami peryferyjnymi, a w czasie normalnych przerwań programu — gdy na przykład wszystkie karty dziurkowane przeszły już przez czytnik i potrzebna jest instrukcja co czynić dalej — monitor sam podejmuje odpowiednie kroki, tak że nie trzeba już się troszczyć o to w samym programie głównym [18].

Obecnie najnowszą metodą pozwalającą na wykorzystanie dużej maszyny cyfrowej co do ostatniego miejsca jej pamięci i co do najmniejszego ułamka sekundy jest tzw. system *podziału czasu* (time-sharing).

Mówiąc zwyczajnie po polsku oznacza to, że każe się maszynie cyfrowej wykonywać jednocześnie wiele programów. A raczej, nie jednocześnie, lecz po kawałku jeden za drugim, choć z drugiej strony na tyle jednocześnie, że gdy urządzenie peryferyjne...

Ale zresztą — pokażemy to Państwu na żywym przykładzie maszyny cyfrowej CDC 6600. Jest to jedna z największych maszyn cyfrowych i prawdopodobnie o najbardziej wyrafinowanych możliwościach. CDC 6600 zbudowana jest w ten sposób, że do jej jednostki centralnej przyłączonych jest dziesięć kompletnych programowanych małych maszyn cyfrowych. Jednostka centralna może pamiętać do ośmiu programów, a ponadto każdy z jej dziesięciu małych murzynków może pamiętać swój własny program.

Przypuśćmy teraz, że ta maszyna cyfrowa stoi w jakimś wielkim przedsiębiorstwie. Wszystkie osie możliwości pamiętania programów wykorzystano na wprowadzenie programów obliczania wynagrodzeń, sterowania zapasami, analizy rynku, itd...

Przypuśćmy, że realizowany jest akurat program sterowania zapasami. Maszyna cyfrowa ustaliła pierwszą listę pilnych zamówień, która powinna być teraz wydrukowana. Drukarka! brzmi komenda jednostki sterującej. Urządzenie peryferyjne! I natychmiast praca zostaje przekazana jednemu z dziesięciu satelitów. Ten przyjmuje przekazane dane i wyprowadza je po kolei przy pomocy swojej drukarki wierszowej dodając do tego objaśnienia, symbole dolarów, funtów czy procentów i w ogóle troszczy się o to, aby listy ułożone były przejrzyście i miło dla oka. Nazywa się to wyprowadzaniem wyników.

Centralnej maszynie cyfrowej można by tylko pozazdrościć, gdyby mogła teraz założyć sobie ręce i czekać aż jej mały murzynek skończy drukowanie listy i dopiero wtedy zabrać się na nowo do programu sterowania zapasami. Ale metoda podziału czasu (time-sharing) na taką bezczynność nie pozwala.

Program sterowania zapasami zostaje przerwany i odłożony na bok, a tymczasem jednostka centralna pracuje dalej nad programem obliczania wynagrodzeń, do czasu aż w tym programie pojawi się rozkaz odnoszący się do jakiegoś urządzenia peryferyjnego — na przykład rozkaz wprowadzenia na taśmę magnetyczną danych następnego zestawu kart dziurkowanych. Wtedy program obliczania wynagrodzeń w jednostce centralnej zostaje na tym przerwany i włącza się trzeci program.

I tak idzie dalej do czasu, aż pierwszy satelita zakończy drukowanie listy i bez pardonu, przez przerwanie programu, zamelduje o tym jednostce centralnej. Wtedy przywrócony do praw program sterowania zapasami zostaje wprowadzony na listę kolejek i czeka tam, aż jednostka centralna znajdzie czas na kontynuowanie go.

W ten sposób, ta super-maszyna cyfrowa żongluje jednocześnie ośmioma programami, a ponieważ jest dzielnie wspomagana przez swoich

dziesięciu współpracowników, więc najczęściej jest szybciej gotowa ze wszystkimi ośmioma programami, niż maszyna cyfrowa średniej wielkości z jednym.

Poza tym w żadnym wypadku nie jest konieczne, aby rozpoczynać pracę na wszystkich ośmiu programach jednocześnie, lub czekać, aż wszystkie zostaną zakończone. Jeśli jakiś program zostanie zakończony, wtedy maszyna cyfrowa uczciwie melduje o tym operatorowi. Zapis w odpowiedniej części pamięci operacyjnej zostaje skasowany i można tam wprowadzić — poprzez karty dziurkowane — następny program. Oznacza to oczywiście, że poszczególne rozkazy nie mogą być umieszczane w z góry przez program ustalonych miejscach pamięci, tak jak trzeba było to jeszcze robić przy mniejszych maszynach cyfrowych. Programy są zapamiętywane raz tu, raz gdzie indziej, tam gdzie akurat jest miejsce. Zostawia się to do dyspozycji samej maszyny cyfrowej a tę, w najwyższym stopniu liberalną metodę, nazywa się *dynamicznym przydziałem pamięci* (dynamic storage allocation) [19].

Bez wątpienia tego rodzaju maszyna cyfrowa potrafi wiele. Ale również dużo kosztuje — 300000 do 500000 marek wynosi miesięczny koszt dzierżawy.

Ale komu potrzebne jest takie monstrum? Przede wszystkim wielkim przedsiębiorstwom, które systematycznie krok po kroku przestawiają się całkowicie na elektroniczne przetwarzanie danych. Kilka rozdziałów dalej będziemy jeszcze mówić o tym dokładniej.

Bawimy się klockami

Rodziny maszyn cyfrowych i ich drzewa genealogiczne

Myślimy, że jest już znowu czas złożyć wizytę panu Lubryce, choć jest problematyczne czy będzie on z tego rad. Pan Lubryka ma bowiem i bez nas wiele zmartwień.

W firmie Konik & Haftka panuje nastrój, jak przed końcem świata. Stan magazynu jest niejasny, rozrachunek za maj gotowy dopiero w czerwcu, statystyki również nie nadążają za wydarzeniami i w ogóle niedaleko do momentu, że zamiast piątkowej wypłaty wynagrodzeń wypłacać się będzie zaliczki.

Firma Konik & Haftka rozrosła się bowiem w czasie ostatnich lat dobrobytu, podobnie jak i ci, którzy jej guziki noszą. Maszyna cyfrowa natomiast nie. Wystarczyło teraz tylko, że statystyki obrotu liczone są przez maszynę o dwie godziny dłużej i już cały godzinowy plan pracy maszyny cyfrowej bierze w łeb. Księgowość stoi pod znakiem zapytania, a na statystykę efektywności pracy przedstawicieli firmy w ogóle nie ma już miejsca.

Może jeszcze większa maszyna cyfrowa? Pyta ponuro pan Konik.

Jeszcze większą! Również matowym głosem odpowiada pan Haftka. Gdyż jeżeli pan Konik zwleka z decyzją to przede wszystkim z powodu wyższych kosztów dzierżawy takiej maszyny, natomiast pan Haftka widzi całkiem inne plagi jakie spadną wtedy na kierownictwo zakładu. Nowa maszyna cyfrowa wymaga nowych programów.

Podczas, gdy jedna maszyna cyfrowa do *A* dodaje *B*, druga robi to akurat na odwrót. Podczas, gdy jedna duże liczby może przetwarzać przy pomocy podprogramów, drugiej wystarcza zwykły rozkaz. A program obliczania wynagrodzeń, a program sterowania zapasami a programy opracowania statystyk obrotów i statystyk sprzedaży — wszystko, wszystko, dosłownie wszystko to musi być, przy zmianie maszyny cyfrowej, stworzone na nowo, na nowo zamknięte w rozkazy i zakodowane.

A to kosztuje!

Do roku 1964 liczni dyrektorzy, którzy mieli okazję spotkać się z tym problemem, nabawili się długotrwałych zawałów serca. Rok 1964

przyniósł poprawę, gdyż skonstruowano wtedy rodziny maszyn cyfrowych o pełnej wymienności oprogramowania znane również „trzecią generacją". Jest to seria maszyn cyfrowych różnej wielkości, z której wszystkie rozumieją ten sam język i mogą być obsługiwane przy pomocy tych samych programów. Krótko mówiąc ich oprogramowanie jest w pełni wymienne.

Podobne próby robione były już przedtem. Na przykład projektowano wspólny autokod dla trzech, czterech czy nawet pięciu zasadniczo różnych maszyn cyfrowych, który należało później tylko skompilować. Nie było to jakieś olśniewające rozwiązanie, chociaż dumnie mówiono o wymiennym oprogramowaniu, ale jednak można było przy pomocy tego pracować.

Uczeni wymyślili z tego samego powodu języki programowania, o których już wcześniej była mowa w tej książce. Cobol na przykład, tak zwany język wyższego rzędu, miał pozwolić na formułowanie problemów ekonomicznych bez potrzeby uwzględniania specyficznych własności jakiejś określonej maszyny cyfrowej. Każda maszyna cyfrowa powinna mieć, jak sobie wyobrażano, swój własny translator, który programy napisane w Cobolu umiałby tłumaczyć na język wewnętrzny maszyny cyfrowej.

Pomysł był dobry. Mimo to, nie okazał się w praktyce tak doskonały, gdyż każdy programista był zależny całkowicie od jakości translatora, którym dysponował, a ten nie zawsze był godny pochwały.

Dopóki nie istniały maszyny cyfrowe trzeciej generacji nie było jednak nic lepszego.

Rodzina maszyn cyfrowych ciesząca się jak dotąd największą reputacją nazywa się IBM 360. Należy do niej obecnie dziesięć maszyn cyfrowych, a dokładniej mówiąc dziesięć jednostek centralnych. Zasadnicza różnica między nimi polega tylko na różnych szybkościach pracy i innych pojemnościach pamięci operacyjnej [20].

Wspólne cechy przeważają jednak. Można używać tych samych programów dla wszystkich maszyn cyfrowych tej rodziny. Albo raczej, jeśli Państwo pozwolą, przezornie ograniczymy to stwierdzenie. Każdy program napisany na maszynę cyfrową mniejszego typu, można bez zastanowienia wprowadzić również na maszynę cyfrową większego typu. Na odwrót mogłyby być trudności, jeśli program zakładałby umiejętności, których mniejsza maszyna cyfrowa nie ma. Ponadto, co jest również piękne, każde urządzenie peryferyjne można przyłączyć do każdej maszyny cyfrowej tej rodziny.

Gdyby firma Konik & Haftka znała już kiedyś IBM 360/30 a jeszcze lepiej sprawiła ją sobie wtedy, musiałaby teraz wymienić tylko jednostkę centralną, co jest możliwe w ciągu kilku dni i miałaby znowu spokój.

Jeśli Państwo lubią opowieści z gatunku rodzinnych możemy jeszcze trochę opowiedzieć o rodzie IBM.

Najmniejsze dziecko ma na imię 360/20 i jest słodką, małą maszynką, ale, jak szepczą sobie za jej plecami ciotki, trochę niedorozwiniętą. Po-

wodem tego jest to, że została ona skonstruowana z myślą o zaspokajaniu niezbyt wygórowanych wymagań i dlatego nie dotrzymuje kroku swemu większemu rodzeństwu. Jej stosunki z pozostałymi członkami rodu nie są dlatego tak harmonijne, jak można by sobie tego życzyć. Dlatego też każdy, kto chce w pełni wykorzystać jednolitości w obrębie grupy 360 zamawia od razu model 30.

Model 360/30 jest bowiem rasową maszyną cyfrową, z którą wiązane są największe nadzieje rodu. Jej pamięć operacyjna ma pojemność od 8192 do 65 636 znaków. Wyposażona jest w dyski, taśmy, drukarki wierszowe — po prostu we wszystko, co może przydać piękna życiu młodej maszyny cyfrowej. (Podział czasu i tym podobne wyrafinowane przyjemności nie są jej oczywiście jeszcze znane w tym wieku).

Starsza siostra tego nastolatka to 360/40. Obie wyglądają prawie jak bliźniaczki. Model 40 posiada tylko większą pamięć operacyjną 16 384 do 262 144 znaków.

Jest jeszcze ich przyrodnia siostra 360/44. Ta, trochę odstaje od reszty rodziny. Opanowała przetwarzanie danych dla celów naukowych i dlatego uważa się za coś lepszego. Ze swoim rodzeństwem nie zgadza się nazbyt dobrze. Jest lakoniczna, potwornie szybka i jej oprogramowanie ma charakter czysto naukowy.

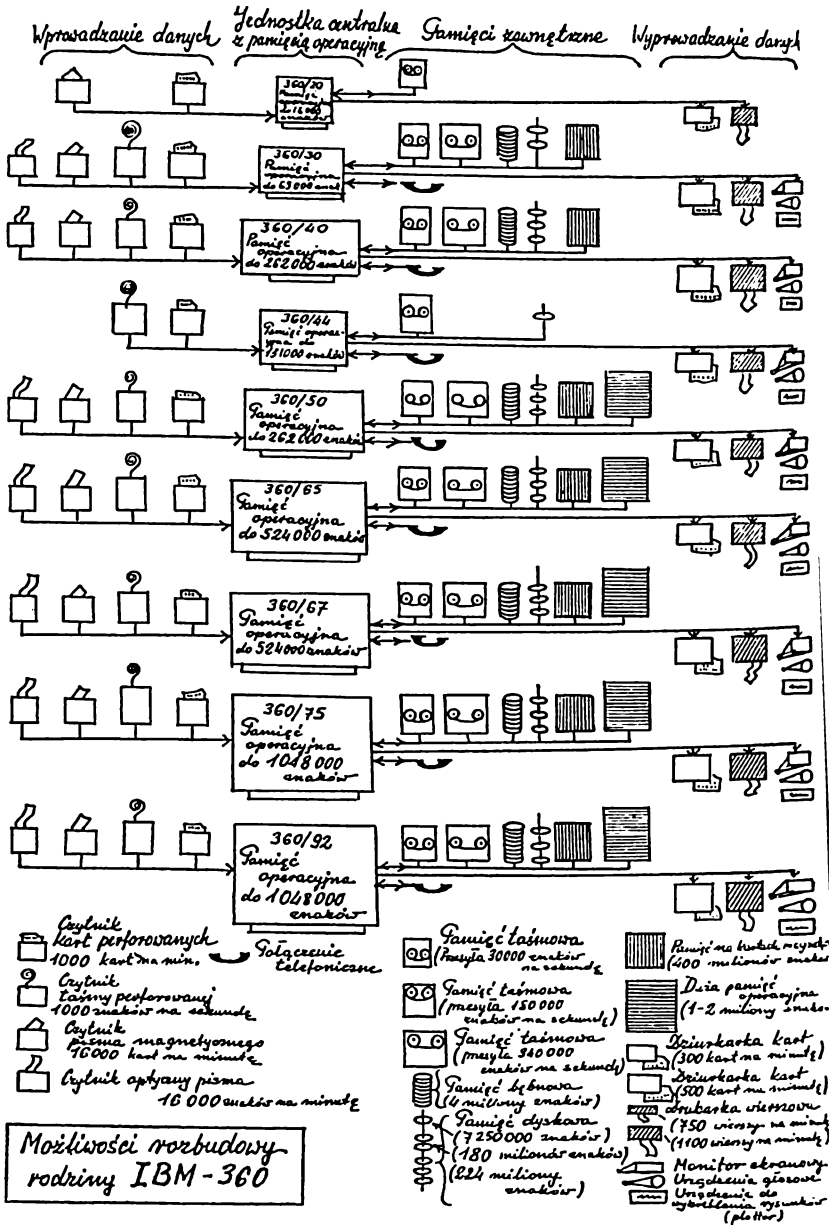
Większa siostra, numer 50, to poczciwa dusza, która z każdym dojdzie do porozumienia. Również mama numer 360/65 jest zgodna i ruchliwa. A tata numer 67 to wspaniały typ, podział czasu, dynamiczny podział pamięci, współpraca z maszynami satelitarnymi, przetwarzanie danych — wszystko to robi celująco.

Również dziadek i babcia żyją jeszcze. Noszą oni numery 75 i 92. I tu dostaliśmy się z całą naszą genealogią w nie lada tarapaty, gdyż ściśle biorąc super-maszyny 75 i 92 nie żyją jeszcze, lecz jeszcze nie żyją. Są w ostatniej fazie rozwoju [21].

Urządzenia wejściowe są do dyspozycji wszystkich członków rodziny. Osiem jednostek do czytania i dziurkowania kart, które mogą czytać 400 do 1000 kart w ciągu minuty lub dziurkować 160 do 500 kart. Istnieją także czytniko-dziurkarki, które również mogą wykonywać obie te czynności, a osesek nr 20 posiada jednostkę wielofunkcyjną, której zastosowanie wyjaśniliśmy już wcześniej w tej książce. Następnie z tuzin różnego rodzaju drukarek wierszowych, z których najszybsza drukuje w ciągu minuty 1400 wierszy. A także taśmy, bębny i dyski. Na największych dyskach można pomieścić do 224 milionów znaków, czas dostępu 180 milisekund. A jeżeli komuś i to nie wystarcza w „dostępie przypadkowym" do pamięci, to może sprawić sobie pamięć „Mars" na paskach magnetycznych o pojemności 400 milionów znaków, czas dostępu 550 milisekund.

Gdyby komuś te czasy dostępu wydawały się za długie, to może dodatkowo rozbudować błyskawiczną pamięć operacyjną do miliona znaków. Czyż to nie jest coś?

Mogą teraz Państwo zestawić swoją maszynę cyfrową według życzenia, jak smakosz swoje menu. Bierzemy jednostkę centralną numer 40



Możliwości rozbudowy rodziny IBM-360

o pamięci operacyjnej 131 072 znaków. Dodajemy sześć jednostek pamięci taśmowej i dwa czytniki kart dziurkowanych, a dla lepszego smaku jedno urządzenie do dziurkowania kart. Następnie mieszając dodajemy dyski magnetyczne i doprawiamy stacją połączeń dalekopisowych...

Jeśli zaś spytają nas Państwo co tu ma rzeczy stacja połączeń dalekopisowych, to dodamy szybko dla wyjaśnienia, że klan 360 posiada cały szereg „urządzeń końcowych" do zdalnego przetwarzania danych, że w ten sposób można pokonać znaczne odległości. Znaczenie tego faktu poznamy jeszcze później. Urządzenia końcowe porozumiewają się z maszyną cyfrową jakby przez telefon. W ten sposób można na przykład z każdego okienka bankowego na piątym piętrze połączyć się bezpośrednio z maszyną cyfrową, która ustawiona jest w piwnicy. Albo można zbudować system rezerwacji miejsc, tak jak towarzystwo lotnicze PANAM. Albo też system wysyłkowej sprzedaży wałów korbowych, tak jak to opisaliśmy poprzednio.

Przez cały czas kiedy opowiadaliśmy o tym, pan Konik biadał nad swym losem, że jemu przed laty nie dane było sprawić sobie maszyny cyfrowej jednej z IBM 360. Ale panu Haftce w samą porę przyszedł pomysł do głowy.

Przecież istnieją jeszcze emulatory — powiedział.

Emulator jest to program, przy pomocy którego można dostosować maszynę IBM 360/30 do wykonywania zadań maszyny IBM 1401. Oznacza to, że kto miał dotąd maszynę IBM 1401 a teraz, zgodnie z tendencją zwiększania skali, chciałby sobie sprawić IBM 360/30, nie musi na początek w ogóle zmieniać posiadanych programów. Emulator przetłumaczy każdy problem ma język rodziny IBM 360.

Jest to oczywiście tylko rozwiązanie przejściowe i bynajmniej nie idealne, gdyż program napisany dla maszyny cyfrowej typu 1401, aby pozostać przy tym przykładzie, sprowadza szerokie możliwości typu 360/30 do poziomu typu 1401. Wiele subtelnych pomysłów oprogramowania w jakie wyposażona została maszyna IBM 360/30, nie zostanie w pełni wykorzystanych. Jej cudownie pomyślany system obsługi będzie w ogóle bezużyteczny. Jedyna zaleta to to, że na IBM 360/30 dotychczasowy program będzie wykonany dwa albo nawet trzy razy szybciej. Ale nawet ta zaleta staje się wątpliwa, jeśli zauważyć, że taki sam program napisany od razu dla maszyny IBM 360/30 będzie przez nią wykonywany dziesięciokrotnie szybciej [22].

Jeśli z kolei będzie się projektować nowe programy już specjalnie dla IBM 360/30, to nic w ogóle nie będzie pasować i można sobie wtedy poradzić tylko przez ścisły podział czasu pracy maszyny, w ciągu dnia stare programy tłumaczone przez emulator, w nocy zaś nowe programy i automatyczny system operacyjny.

Jednakże emulator ustrzegł pana Konika raz jeszcze przed załamaniem nerwowym, a jego dzieci przed żebraczym losem. Mimo tego pan Haftka wie, że postąpi słusznie, jeśli bez większego hałasu poleci głównemu programiście opracowywać systematycznie wszystkie stare programy na nową maszynę cyfrową.

Proszę nie myśleć, że IMB 360 jest jedyną rodziną maszyn cyfrowych, w międzyczasie powstał już z tuzin innych.

Interesujący jest system BGE 600 zaprojektowany wspólnie przez firmy General Elektric i Bull. Nie jest to właściwie cała rodzina, tylko małżeństwo, 625 i 635, chociaż małżeństwo które można rozdzielić. 625 jest mniejszym, 635 większym osobnikiem. Jednostka centralna składa się z trzech modułów, które można sprowadzać oddzielnie, modułu pamięci, modułu wykonawczego i modułu wejściowo-wyjściowego.

Moduł pamięci zawiera pamięć operacyjną i sterowanie. Drugi moduł zawiera arytmometr, a trzeci jest odpowiedzialny za sterowanie urządzeń wejściowych i wyjściowych, Moduły można łączyć ze sobą według określonych, ale bardzo różnorodnych reguł. Można na przykład, jeśli się chce, połączyć ze sobą kilka modułów pamięci, a ponieważ są przy tym do dyspozycji oddzielne jednostki sterujące dla każdego modułu pamięci, więc można wprowadzić wieloprogramowość. W ten sposób otrzymuje się naprawdę wieloprogramowe zespoły maszyn cyfrowych.

Firma CDC posiada dwie rodziny maszyn cyfrowych CD 3000 typy 3100, 3200, 3400, 3600 i 3800 oraz CDC 6000 typy:
6400, 6600 i 6800.

Siemens wspólnie z RCA oferuje rodzinę S 4004 typ: 15, 25, 35, 45 i 55. Mają one tę cenną zaletę, że można je łączyć z maszynami rodziny IBM 360.

Jedną z większych zalet rodzin maszyn cyfrowych zostawiliśmy sobie na zakończenie tego rozdziału. Prawie wszystkie przystosowane są do przetwarzania danych, a poszczególne maszyny cyfrowe mogą pracować zespołowo. Perspektywy, które się przy tym otwierają, są fascynujące.

Wyobraźmy sobie duże przedsiębiorstwo przemysłowe, które na terenie całych Niemiec prowadzi dwadzieścia fabryk. Takie przedsiębiorstwo może w centrali firmy zainstalować dużą maszynę cyfrową IBM 360/67. Tam będą przechowywane wszystkie najważniejsze dane przedsiębiorstwa — tak zwany „bank danych". A wszędzie w poszczególnych zakładach, w zależności od potrzeby, mniejsze i większe maszyny cyfrowe, które połączone będą z dużą główną maszyną cyfrową i pomiędzy sobą.

Wtedy bez kłopotu można przekazywać z jednej maszyny na drugą bloki danych, archiwa i całe programy. W języku fachowców nazywa się to masowe przesyłanie danych (data busing). System taki zapewnia całemu przedsiębiorstwu, chociaż poszczególne jego fabryki rozsiane są w odległości setek kilometrów, niewyobrażalną wprost prężność i potencjał. Ale o tym nie chcielibyśmy teraz mówić, w przeciwnym razie nie mielibyśmy bowiem materiału do ostatniego rozdziału tej książki.

Kto nam usłuży?

Jak otrzymać odpowiednią maszynę cyfrową i programistów

Z maszynami cyfrowymi przywykło się postępować jak z żonami. Mało kto w naszej szerokości geograficznej kupuje je. Większość dzierżawi — jedni na całe życie, inni aż ukaże się nowy model.

Jakie względy przemawiają za dzierżawą, za dzierżawą maszyny cyfrowej oczywiście?

Z grubsza biorąc jest to również kwestia przyzwyczajenia. Ot i cały powód. Nawet gdyby niektórzy specjaliści mieli teraz kląć nas za to, że nie dojrzeliśmy prawdziwych powodów, my rzeczywiście nie dojrzeliśmy takich powodów i nigdy ich nie widzieliśmy.

Z wyjątkiem tego jednego, który wielu ludzi zmusza do kupowania sobie co roku nowego auta, ponieważ jest ono właśnie najnowsze. Czy jest lepsze, tańsze, praktyczniejsze, czy trzeba będzie wybudować większy garaż, albo przyzwyczaić się do innego sposobu jazdy — to wszystko nie ma żadnego znaczenia. Najważniejsze, że jest to nowy model.

Jak dalece taki sposób myślenia przeniósł się również na urządzenia techniki obliczeniowej świadczyć może następująca prawdziwa historia.

Pewne biuro, które dzierżawiło swoje maszyny cyfrowe licznym klientom na godziny lub do wykonania określonych zadań, nazwę tego biura wolimy taktownie przemilczeć, wpadło na bardzo roztropny pomysł by kupić używaną maszynę cyfrową IBM 1410, tzw. maszynę z renowacji (reconditioned computer). Jest to stara, używana maszyna cyfrowa, która po generalnym remoncie jest sprzedawana przez producenta za pół ceny albo trochę drożej.

Dobrze wyposażona maszyna cyfrowa IBM 1410 kosztuje miesięcznie około 80 000 marek, przy dzierżawie, lub 4 miliony marek, jeśli chce się ją kupić. Jeśli maszyna cyfrowa będzie wykorzystywana przez 200 godzin miesięcznie, wtedy godzina jej czasu pracy, nie licząc kosztów ogólnych, kosztów utrzymania personelu i kosztów oprogramowania, kosztować będzie równo 400 marek. Przy zainstalowaniu używanej maszyny cyfrowej koszty te maleją do 200 a co najmniej do 300 marek. Różnica jest znaczna i cały świat mógłby pozazdrościć kupieckiej mądrości tego biura.

Ale okazało się, że klienci gwiżdżą na taką ofertę.

„Jeśli powierzamy już nasze cenne dane jakiemuś biuru obliczeń, to niech będzie ono przynajmniej wyposażone w najnowsze urządzenie" powiadają klienci. Tak więc okazało się, że owe dwa miliony marek zostały niewłaściwie zainwestowane.

Podobnie jak klienci owego biura myśli większość ludzi, którzy maszynę cyfrową potrzebują, chcą, muszą mieć lub wierzą, że muszą mieć i tak dalej. Wmówiono im, że postęp techniczny jest tak szybki, że przy zakupie maszyny cyfrowej jest się za bardzo związanym. Nagle dokona się dalszy rozwój w budowie maszyn cyfrowych, a ktoś ze swoją starą maszyną cyfrową nic na tym nie skorzysta.

Argument taki jest logiczny, przekonywający i oprócz tego jest czystą bzdurą.

Jeśli jakaś firma ma szereg określonych problemów rozwiązywanych przy pomocy maszyny cyfrowej i jeśli te problemy nie rozrastają się ani co do ilości, ani co do zakresu, wtedy jest niezrozumiałe, dlaczego te problemy nie miałyby być rozwiązywane i teraz i za pięć lat na maszynie cyfrowej zainstalowanej przed ośmiu laty.

Maszyna cyfrowa to nie samochód, którego części, pod wpływem ciśnienia, temperatury i tarcia nadają się na złom po przebiegu 200 000 kilometrów. Tylko urządzenia peryferyjne maszyny cyfrowej zużywają się mechanicznie. Natomiast sama jednostka centralna, arytmometr i pamięć operacyjna żyją prawie wiecznie.

Tranzystory i rdzenie magnetyczne, z których zbudowane jest serce nowej maszyny cyfrowej mogą pracować całe dziesięciolecia a może jeszcze dłużej.

Po co zatem nowa maszyna cyfrowa? Czy dlatego, że nowa jest wielostronniejsza, szybsza, wygodniejsza w obsłudze? Dopóki przecież maszyna cyfrowa nie będzie musiała zajmować się trudniejszymi problemami, dopóki będzie ciągle opracowywać te same stare, od dawna wypróbowane i bezbłędne programy — program obliczenia wynagrodzeń, sterowania zapasami, realizacji zamówień — dopóty nie potrzebuje ona być ani wielostronniejsza, ani szybsza, ani wygodniejsza w obsłudze.

Po cóż zatem u licha miałaby sobie firma instalować nową maszynę cyfrową?

Wszystko przemawia więc za tym, żeby maszyny cyfrowej nie dzierżawić, lecz kupować. Regułą jest, że koszt pięciu lat wynajmu maszyny cyfrowej jest taki, jak koszt kupna nowej maszyny cyfrowej. A przecież z mądrze kupionej maszyny cyfrowej można być zadowolonym w ciągu dziesięciu lat i dłużej.

Najczęściej jednak przeważa inny punkt widzenia. Wyobraźmy sobie przedsiębiorstwo, którego roczny obrót wynosi 100 milionów marek. A teraz przychodzi ktoś, kto w celu elektronicznego przetwarzania danych chce kupić maszynę cyfrową, na którą, z dnia na dzień, trzeba by wydać pięć milionów marek.

Pięć milionów? Powie dyrektor. Nigdy! Już raczej zapłaćmy 100 000 marek miesięcznie za dzierżawę. To nie brzmi tak przerażająco! Poza

tym, jeśli maszyna cyfrowa zostanie wydzierżawiona, wtedy koszty dzierżawy i koszty użytkowania maszyny stoją w bilansie w zupełnie innej pozycji niż zakup lub inwestycje.

Bardzo wielu dyrektorów, a jest to już stare doświadczenie, operuje chętniej wynajmem niż kapitałem.

No dobrze, przyjmijmy również, że nie mamy pieniędzy na zakup maszyny cyfrowej i dlatego musimy ją dzierżawić. Jakie wtedy ponieśiemy koszty?

Wynajęcie maszyny cyfrowej nie rozciąga się, tak jak wynajęcie mieszkania, na cały miesiąc, lecz jest ograniczone ilością godzin pracy maszyny cyfrowej. Najczęściej jest to 200 godzin miesięcznie. To jest pierwsza zmiana. Wszystko co przekroczy ten limit jest to „druga zmiana", ale ta jest tańsza. Trzeba jednak przy tym uważać. Niektórzy producenci maszyn cyfrowych określają przy wynajmie pierwszą zmianę na 175 godzin miesięcznie, ale za drugą zmianę żądają tylko 10% ceny. Inni natomiast określają pierwszą zmianę na 200 godzin miesięcznie, ale za drugą żądają 25%. Trzeba za każdym razem dobrze obliczyć, co jest korzystniejsze.

Wielu producentów maszyn cyfrowych żąda również pokrycia tak zwanych kosztów dodatkowych, które mogą wynieść około miesięcznego kosztu dzierżawy maszyny cyfrowej. Składają się na to koszty transportu, koszty ubezpieczenia w czasie transportu, koszty instalacji itp.

Wszystkie te czynniki wpływają na koszty użytkowania maszyny cyfrowej, którymi ośrodek obliczeniowy obciążyć musi poszczególne wydziały przedsiębiorstwa, w zależności od czasu użytkowania przez nie maszyny cyfrowej. Jeśli kierownik ośrodka obliczeniowgeo jest na tyle dokładny, że użytkownikom drugiej zmiany da korzystniejsze ceny, wtedy wszyscy ambitni kierownicy wydziałów będą chcieli używać maszynę cyfrową tylko w nocy. To zaś może spowodować znaczne komplikacje wewnątrzzakładowe.

Pewne jest jedno — maszyna cyfrowa, której obciążenie pracą wzrasta, staje się tańsza. Dlatego celem wszystkich kierowników ośrodków obliczeniowych jest, by maszyna cyfrowa pracowała przez 24 godziny na dobę. Chociaż wtedy z kolei rozpoczynają się problemy z personelem, gdyż nie wszyscy chętnie pracują w nocy. W Stanach Zjednoczonych np. system trzyzmianowy jest powszechny.

Kalkulacja ośrodka obliczeniowego jest również bardzo skomplikowana, jeśli poszczególne wydziały przedsiębiorstwa należy obciążyć kosztami opracowanych dla nich programów. Kogo na przykład obciążyć kosztami, gdy programista zrobił błąd i nowy program obliczania wpływów eksportu zajmował maszynę bezużytecznie przez pięć godzin. Kierownik wydziału eksportu będzie się wzbraniał, zupełnie słusznie, przyjąć te 2000 marek na swoje konto.

A kto zapłaci za czas testowania, za doglądanie sprawności urządzeń, za usunięcie błędów spowodowanych usterką taśmy?

Mądre firmy prowadzą dla swoich maszyn cyfrowych rzetelne i bez-

litosne księgi, które nie przemilczają żadnej pomyłki i budzą dlatego u wysoko i najwyżej opłacanych pracowników żywą odrazę.

Mówiliśmy już o tym w poprzednich rozdziałach, ile w przybliżeniu wynosi miesięczny koszt dzierżawy maszyny cyfrowej, ale chcieliśmy do tego jeszcze raz wrócić. Naturalnie dla ustalenia kosztu miarodajna jest nie tylko cena samej maszyny cyfrowej, ale również ilość i rodzaj potrzebnych, albo nawet niepotrzebnych lecz zamówionych, urządzeń peryferyjnych. Podobnie jak wygląda sprawa z różnymi akcesoriami samochodowymi. Prawie nikt nie potrzebuje tego naprawdę. Kosztuje to niewspółmiernie wiele pieniędzy, ale ma się za to przyjemność.

Po pierwsze. Mała maszyna cyfrowa, która pamiętać może około 8000 znaków. Do tego potrzebna jest jeszcze drukarka wierszowa, jak również urządzenia do czytania i dziurkowania kart perforowanych. Myślimy tu na przykład o IBM 360/20 lub UNIVAC 1004. Kosztuje to dobre 8000 marek miesięcznie. Przy wykorzystaniu 200 godzin w ciągu miesiąca (jedna zmiana) otrzymuje się koszt około 50 marek za godzinę. I za tę cenę nie kupiliśmy bynajmniej jakiegoś wyścigowego konia.

Po drugie. Maszyna cyfrowa średniej wielkości. Do tego sześć jednostek pamięci taśmowej, cztery dyski magnetyczne, czytnik i dziurkarka kart, nowoczesny system operacyjny, drukarka wierszowa, 131 000 miejsc w pamięci operacyjnej (na przykład IBM 369/40). Dzierżawa tego rodzaju maszyny cyfrowej kosztuje około 70 000 marek miesięcznie. Koszt jednej godziny wynosi zatem — około 350 marek nie licząc uposażeń personelu obsługującego, nie licząc papieru, nie licząc energii elektrycznej i trzynastej pensji.

Przy tej wielkości maszyn cyfrowych trzeba już ściśle kalkulowac. (Warto na przykład wiedzieć, przy rozwiązywaniu jakiegoś problemu, że duża maszyna cyfrowa nie zawsze jest ekonomiczniejsza niż mniejsza. Może się zdarzyć, że program obliczania wynagrodzeń, który na małej maszynie cyfrowej kosztował miesięcznie tyle i tyle marek, teraz nagle podrożał, chociaż przebiega na szybszej i nowocześniejszej maszynie cyfrowej. Zdarza się to zdumiewająco często i jest najczęściej dowodem tego, że nowy system jest niewspółmiernie droższy niż szybszy).

W trzeciej grupie wielkości, przy dużych maszynach cyfrowych trzeba jeszcze więcej płacić, około 200 000 marek miesięcznie i więcej. Czyni to ponad 1000 marek za godzinę pracy maszyny cyfrowej i wszystkie wydziały, razem z całym kierownictwem przedsiębiorstwa, prześcigają się w narzekaniu na wysokość tej sumy. Tu jest już najwyższy czas, aby przetwarzanie danych traktować w sposób profesjonalny. Takie maszyny cyfrowe, jako zabawki dla ambitnych laików, są za drogie. Dyletantów w zakresie przetwarzania danych, których w wielu przedsiębiorstwach poznać można po tym, że w sprawie maszyn cyfrowych krzyczą wielkim głosem, nie powinno się teraz w ogóle wpuszczać do ośrodka obliczeniowego. Natomiast fachowców należałoby w miarę możliwości jeszcze raz przeszkolić.

Z tego wszystkiego, szanowny czytelniku, zorientowałeś się, że dużo

łatwiej jest maszynę cyfrową zamówić według katalogu, niż ją ekonomicznie i rentownie wykorzystać.

Jednakże nawet już i sam wybór jest trudny. Jeśli oczywiście nie zamawia się dziesięciu jednostek pamięci taśmowej i zdublowanego systemu satelitarnego ze względów prestiżowych i by udowodnić znakomity stan interesów przedsiębiorstwa, lecz z rozmysłem zastanawia się, co rzeczywiście będzie potrzebne. Trzeba sobie jasno zdawać sprawę, w jaki sposób dopasować wymiary maszyny cyfrowej do swoich potrzeb, jak mówią doświadczeni ludzie, których niestety w tym czasie, to znaczy jeszcze przed zamówieniem maszyny cyfrowej, niewielu ma zwyczaj słuchać.

Ile jednostek pamięci taśmowej? Czy w ogóle taśmy? Może raczej dyski? Jaka pojemność pamięci operacyjnej? Czy Siemens? A może BULL? Albo IBM?

Nie ma nikogo, kto na te pytania umiałby dać idealną, jedynie słuszną odpowiedź. Ale wypracowano w międzyczasie pewne metody przeprowadzania gruntownych badań, które ułatwiają podanie takiej odpowiedzi.

Na początku trzeba zawsze zacząć od ujęcia status quo. Analizuje się istniejące powiązania. Bada się dokładnie, jakie dane mają być przetwarzane, które z nich są danymi stałymi, które zmieniają się każdego dnia, jaka jest ich struktura i ilość. Z tego już, jako tako doświadczony specjalista, może ustalić jak wielka potrzebna będzie pojemność pamięci operacyjnej, ile potrzeba taśm albo dysków, ile kart trzeba będzie dziennie czytać i dziurkować, ile metrów papieru i w jakim czasie zużywać będzie ośrodek obliczeniowy.

Specjalistów, którzy potrafią to obliczyć wynajmuje się niestety od producentów maszyn cyfrowych. O wiele lepiej byłoby, gdyby istniały całkowicie niezależne, pewne i poważne biura, które podejmowałyby się tego zadania by na końcu postawić diagnozę: „Odpowiednią maszynę cyfrową znajdą Państwo tu i tu..."

Na razie takich biur nie ma. Jeszcze nie ma.

Jedno jest pewne. Nie powinno się sprawiać maszyny cyfrowej, zanim nie będzie się dokładnie wiedzieć co ona później ma robić. A gdy wszystko jest już ujęte, zbiory danych ustalone i gdy wiadomo jakie programy będą potrzebne, wtedy trzeba się zastanowić ile te programy będą kosztować i kiedy będą mogły być gotowe.

Istnieje zasada, że na zaprogramowanie jednego rozkazu trzeba zużyć jedną godzinę. Naturalnie zawarte jest w tej godzinie wszystko, od wstępnych przygotowań, poprzez pracę tych, którzy analizują i projektują system, pracę głównego programisty, aż do całkowitego zakończenia i sprawdzenia programu.

Pełną godzinę na jeden rozkaz! Przecież pełny program obilczania wynagrodzeń zawiera około 10 000 rozkazów. Należałoby więc przeznaczyć na to 10 000 godzin. Przyjmijmy, że wszyscy zatrudnieni przy tworzeniu programu, od tych którzy analizują system aż do programistów, organizatorów, asystentów itp. pracują 40 godzin na tydzień. Przypuść-

my, że całą pracę dzieli między siebie osiem osób. Wtedy potrzeba by im było 31 $\frac{1}{4}$ tygodnia. Ponieważ jednak nie wszyscy mogą być zatrudnieni przy tym jednocześnie, rozpoczynają zawsze wyższe szarże, a samo kodowanie w końcu zawsze się trochę przeciągnie, trzeba liczyć, że przeciągnie się to do trzech kwartałów.

Kto nie chce w to uwierzyć, tego tylko własne doświadczenie może przekonać. Niewielu tylko zespołom udało się ułożyć taki program w krótszym czasie. Choć wielu próbowało, to wielu również zużyło na to jeszcze więcej czasu.

A jak wygląda koszt takiego programu. Przyjmijmy tylko, że nakład kosztów wynosi 20 marek na godzinę, (nie licząc uposażeń a tylko koszty budżetowe, to znaczy koszt miejsca pracy, koszt materiałów piśmiennych itp.) Wtedy nasz program pochłania 200 000 marek. Nie jest to mała liczba, za to całkiem realna. Zanim program będzie w końcu uruchomiony w celu obliczania wynagrodzeń, musi być jeszcze przedtem sprawdzony czy nie ma błędów. Do testowania programu potrzebna jest maszyna cyfrowa. Jej czas pracy, jeśli przyjąć IBM 1401 i 150 godzin dla sprawdzenia programu, kosztuje 50 000 marek.

A więc w sumie 250 000 marek zanim otrzyma się zdatny do pracy program.

I to dopiero jeden. A żeby w pełni wykorzystać swoją maszynę trzeba zaplanować cztery albo pięć takich programów, a może nawet osiem lub dziesięć. Kosztuje to już wtedy od miliona do trzech milionów marek [23].

Lista tego co trzeba zaplanować, przewidzieć, przedsięwziąć, by rentownie wykorzystać maszynę cyfrową, rozciąga się aż po horyzont. Na samym początku, jak już Państwo widzieli, stoi zestawienie tego wszystkiego, co musi być przemyślane zanim maszyna cyfrowa będzie zamówiona. Zakładamy także, że zleceniodawca zbada dokładnie przed zamówieniem maszyny cyfrowej do rozwiązywania jakich problemów będzie mu ona potrzebna.

Gdy generalny plan batalii jest już gotów, wystarczy teraz skierować atak dzielnego oddziału zwerbowanych specjalistów od analizy systemów i programistów na wyznaczone cele przedsiębiorstwa. Jest także bardzo ważne, by używając sztuki przekonywania przedstawić całemu kierownictwu przedsiębiorstwa elektroniczne przetwarzanie danych w pociągającej formie. Przedsiębiorstwo musi „umieć myśleć kategoriami komputerowymi".

Teraz programiści mogą zająć się problemami szczegółowymi, z których zostanie zbudowany cały system przetwarzania danych. Programiści dostają do rąk sieci działań przygotowane uprzednio troskliwie przez specjalistów od analizy systemów. W sieciach tych zawarte są dokładnie wszystkie informacje o tym, jakie gotowy system będzie miał możliwości.

Jednocześnie inna grupa ludzi musi projektować formularze, które będą służyć do gromadzenia danych w takiej postaci, w jakiej będą po-

trzebne maszynie cyfrowej. Formularze muszą być jednoznaczne i zrozumiałe. Muszą być wygodne do wypełniania na maszynie do pisania. Z drugiej strony muszą być na tyle proste by ich zawartość można było bezbłędnie, bez straty czasu i w całości wydziurkować na kartach.

Jak wygląda przykładowo taki formularz i jak dane z tego formularza wydziurkowane są później na karcie perforowanej mogą Państwo zobaczyć na stronach 96 i 97.

Do czasu, aż z takich formularzy powstanie kompletna, wielokrotnie sprawdzona taśma magnetyczna, aż programy zostaną naszkicowane, szczegółowo opracowane, wydziurkowane, sprawdzone, (już to — jak przypominają sobie Państwo — trwa trzy kwartały na każdy program), a następnie drugi raz przebadane w ich wzajemnej współpracy w całym systemie, minie wiele miesięcy. Trzeba liczyć, że minie co najmniej rok lub dwa lata zanim wykorzysta się w pełni pierwszą zmianę maszyny cyfrowej [24].

Gdzie natomiast można postarać się o programistów dla swojej maszyny cyfrowej?

Niekiedy nikt nie wie tego naprawdę, kim właściwie jest programista. Znajduje się w tym zawodzie równie często przeszkolonych fryzjerów jak wysokokwalifikowanych matematyków. Nie obowiązują żadne egzaminy ani dyplomy. Wystarczy skromne stwierdzenie: Jestem programistą! [25].

Istnieją dwie możliwości starania się o programistów. Jedna z nich to zamieszczenie ogłoszenia w gazecie:

Poważne przedsiębiorstwo branży guzikarskiej poszukuje

OPERATORÓW

do obsługi elektronicznej maszyny cyfrowej
Poza tym poszukujemy

PROGRAMISTÓW

i

GŁÓWNEGO PROGRAMISTY

do budowy i rozbudowy naszego systemu przetwarzania danych.

Oferty będą napływać całymi koszami. Setki chętnych będzie przychodzić, a nikt z nich nie okaże się odpowiedni, gdyż nie ma po prostu wystarczającej liczby fachowców. Dlatego też jedyny przydatny, który może znajdzie się między zgłaszającymi, zażąda takiego uposażenia, że dla samej zasady nie będzie można go przyjąć, gdyż musiałby zarabiać więcej niż sam dyrektor.

W każdym bądź razie z kandydatem na programistę można porozmawiać i ustalić przynajmniej do jakiej grupy należy. Z grubsza biorąc programistę z co najmniej roczną praktyką nazywa się młodszym programistą i może on tylko warunkowo pracować samodzielnie. Programista z praktyką zawodową krótszą niż jeden rok, zasługuje tylko na

Konik & Haftka
MODNE GUZIKI
wszelkiego rodzaju

Poufne

FORMULARZ NR 47·08·13

DATA, dn. .....

DANE PERSONALNE
urzędników

DZIURKOWAĆ TYLKO OBRAMOWANE POLA!

1 2	3 8
1 2	0 0 7 1 3 2
RODZAJ KARTY	NUMER PERSONALNY

9 13	14 33
Z E I T H A M M E R	J E R E M I A S Z
NAZWISKO	IMIĘ

34 38		39 40	41 42	43 44
	URODZONY	1 3	0 4	3 6
TYTUŁ		DZIEŃ	MIESIĄC	ROK

w Hohenaidlingen POWIAT Esslingen

ZAMIESZKAŁY W Ausbach

ULICA Heilmannstrasse Nr 38

GRUPA OPODATKOW. 45 [2] Ilość dzieci 46 47 [1 3] Stan rodzinny 48 [2]
1. wolny 2. żonaty (zam.) 3. rozwiedziony(a) 4. w separacji

WYZNANIE katol. 1 prot. 2 katol. 3 inne 49 [2]

GRUPA TARYFIKATORA 50 51 [T 2] (np. T 4)

Wynagrodzenie miesięczne brutto: 52 57 [0 3 6 5 0]

ILOŚĆ DNI URLOPU 58 59 [1 8]

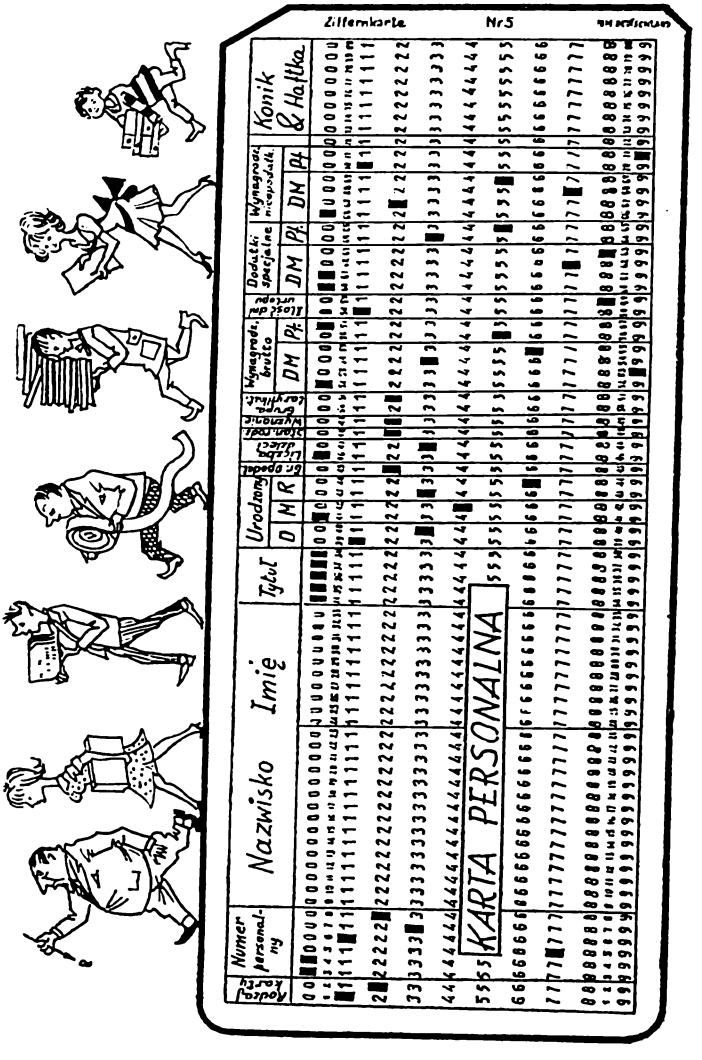
Dodatki specjalne miesięczne 60 65 [7 8 3 5]

Wysokość nieopodatkow. dochodu miesięcznego 66 71 [2 7 5 1 9] DM DDF

DROGA SŁUŻBOWA

	REFERENT PERS.	PERSONALNY	DZIURKOWAŁ	SPRAWDZIŁ	PRZECHOWUJE
DATA					
PODPIS					

72 [X]



7 — Maszyna cyfrowa...

miano początkującego. Programistę z co najmniej trzyletnią praktyką nazywa się starszym programistą. Taki może już sam kierować innymi i ma kwalifikacje na głównego programistę.

Naturalnie każdy chciałby zostać co najmniej głównym programistą, ale akurat to stanowisko jest trudne i ostatnio mniej atrakcyjne. Łatwiej być programistą, trudniej głównym programistą, jeszcze trudniej dyrektorem lub tym podobną gwiazdą. Główny programista musi być o każdej porze gotów sam wykonać wszystkie prace, jakie w jego zawodzie mogą się zdarzyć. I to nie tylko musi być gotów, ale również musi być w stanie je wykonać. Kto jest za dumny na to, by samemu dziurkować karty, nie nadaje się na to stanowisko. Zawód głównego programisty niesie ze sobą tyle trudnych do przewidzenia niespodzianek, że nie nadaje się dla kogoś, kto lubi zadzierać nosa.

Każdy programista, a jak już wiemy każdy może siebie tak nazywać, będzie pięknie opowiadać o tym, co on potrafi. Ale tu liczy się tylko doświadczenie. Kto skończył tylko kurs, jest dopiero początkującym, a jeśli był to kurs telewizyjny, to i tego miana nie jest wart. Odpowiednim kryterium jest ilość samodzielnie zaprogramowanych rozkazów kompletnego programu. Jeśli poniżej 1000 rozkazów, jest dopiero terminatorem. Do 10 000 rozkazów jest jeszcze czeladnikiem. Dopiero gdy przekracza tę liczbę, wyzwala się na mistrza.

Ogłoszenie w gazecie jest to pierwsza możliwość. Druga możliwość jest taka, by wykształcić na programistów ludzi z własnego przedsiębiorstwa. Pod kierunkiem dobrego głównego programisty, (którego należy pozyskać spoza przedsiębiorstwa), mogą oni stać się już w ciągu kilku miesięcy sprawnymi pomocnikami, a w ciągu kilku lat pełnowartościowymi fachowcami. W dodatku ich wielką zaletą jest to, że znają dokładnie przedsiębiorstwo. Trzeba ich oczywiście posłać na kursy, a kursy kosztują. Ale to teraz także nie gra już roli.

Elektroniczne przetwarzanie danych jest drogie, a nawet bardzo drogie. Jest regułą, że koszty personalne wynoszą jeszcze prawie drugie tyle co, wynajęcie maszyny cyfrowej [26].

Czy dziwią się Państwo jeszcze temu, że niektóre średnie przedsiębiorstwa zbankrutowały z powodu swojej maszyny cyfrowej?

Oddajcie to Państwo do przedsiębiorstwa usługowego

Usługowe Ośrodki Obliczeniowe

Ponieważ ludzie są nieufni, więc rozdział ten będzie bardzo krótki.

Co to jest ośrodek obliczeniowy, wiedzą już Państwo: jedna albo kilka maszyn cyfrowych, do tego sala, w której przygotowuje się dane, pewna ilość programistów i operatorów...

W ośrodku obliczeniowym gromadzi się dane, by je następnie porównywać, opracowywać i przetwarzać.

Ośrodek obliczeniowy urządzony w fabryce lub w domu sprzedaży wysyłkowej zajmuje się wyłącznie sprawami swojego przedsiębiorstwa. Ośrodek obliczeniowy może być również urządzony na uniwersytecie i wtedy, służy pomocą naukowcom i rozwiązywaniu ich problemów.

Ośrodek obliczeniowy może być również urządzony gdziekolwiek indziej, poza przedsiębiorstwem czy uniwersytetem i wtedy jest nastawiony na obsługę klientów, którzy mogą tam na przykład, za opłatą, prowadzić swoją księgowość. Takie ośrodki obliczeniowe nazywa się usługowymi.

Istnieją różne rodzaje usługowych ośrodków obliczeniowych. Wymienimy z nich tylko trzy, pomijając całą gamę pośrednich.

Pierwszą grupę stanowią ośrodki usługowe otwarte w których każdy, kto ma tylko ochotę i pieniądze, może opracowywać swoje dane. Część tych przedsiębiorstw zajmuje się problemami gospodarczymi, inna część (większa) — problemami techniki i nauki. Są to, w pewnej mierze, inżynierskie biura przyszłości. Oblicza się tam domy, mosty, wytrzymałość na ciśnienie, a także składniki reakcji chemicznych i obwody elektryczne.

Do drugiej dużej grupy należą ośrodki obliczeniowe producentów maszyn cyfrowych. Najbardziej znany jest chyba ośrodek IBM. Można tam kiedy się tylko chce wynająć maszynę cyfrową na godziny, programistów, a także gotowe programy.

Trzecią grupę stanowią zamknięte ośrodki obliczeniowe, wyposażone przez kilka przedsiębiorstw i przez nie wspólnie użytkowane. Naturalnie rozwiązywane tam są problemy tylko tych przedsiębiorstw. Tworzenie takich ośrodków jest celowe, gdyż pięć czy siedem przedsiębiorstw może

sobie wspólnie sprawić naprawdę dobrą maszynę cyfrową, która jeśli sprawnie wykorzystać jej czas, jest znacznie ekonomiczniejsza niż pięć lub siedem maszyn cyfrowych mniejszych. Tego rodzaju formę współpracy nazywa się użytkowaniem wspólnym komputerów (computer pool).

Na przykład apteki mogłyby sobie wyposażyć wspólny ośrodek obliczeniowy, do którego wysyłałyby swoje dane, a tam prowadzona byłaby cała ich księgowość i sporządzane bilansy. Byłoby to na pewno praktyczne, gdyż problemy księgowości wszystkich aptek są w przybliżeniu podobne i można by, przy niewielkiej liczbie programów, obsłużyć wszystkie konkretne żądania.

Taki zestaw programów nazywa się pakietem. Mówiliśmy już o tym dokładniej na początku tej książki. Cały pakiet wprowadza się do pamięci dyskowej lub taśmowej przy pomocy kart sterujących i wywołuje programy w danej chwili potrzebne. Skompletowanie pakietu jest bardzo kosztowne, ale jeśli ma się wielu podobnych klientów, to inwestycja na pewno się opłaca.

W ten sposób doszliśmy znowu do problemu interesującego ośrodki obliczeniowe otwarte. Także one pracują najchętniej, bo wygodniej, przy pomocy pakietu programów i dlatego starają się zgromadzić dla swojej maszyny cyfrowej jak najwięcej klientów tego samego rodzaju.

Ale gdzie tych klientów można w ogóle znaleźć? Kto nakłada drogi do usługowego ośrodka obliczeniowego, gdy na rynku znajdują się maszyny cyfrowe różnej wielkości?

A więc klientami mogą być w pierwszym rzędzie dyrektorzy, którym ostatniego tygodnia każdego miesiąca brak czasu na ich własnej maszynie cyfrowej. Ponieważ w tym samym czasie trzeba by liczyć zarobki i uposażenia i zamknąć bilans miesięczny, więc maszyna cyfrowa musiałaby w tym ostatnim tygodniu pracować przez 36 godzin na dobę, a tego nawet ona nie potrafi.

Dlatego w ostatnim tygodniu każdego miesiąca dyrektor udaje się z pakiecikiem danych do usługowego ośrodka obliczeniowego bo nie opłacałoby się na kilka dni w miesiącu zamawiać nowej większej maszyny cyfrowej. Taką metodę nazywa się łagodzeniem obciążenia szczytowego (peak loading).

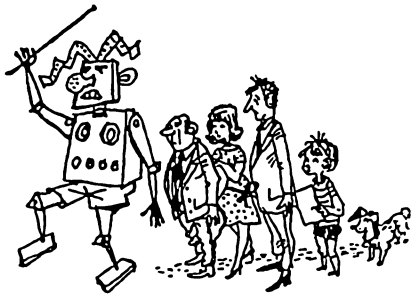
Ktoś inny chce być może za pięć, sześć lat sprawić sobie własną maszynę cyfrową. Na to, żeby ją sprawić sobie wcześniej jest za ostrożny (lub za mądry). Tymczasem przedstawia swoje przedsiębiorstwo na elektroniczne przetwarzanie danych, i początkowo korzysta z usług owego ośrodka obliczeniowego.

W końcu istnieją klienci, których zbiór danych jest tak mały, że nie opłaca im się posiadanie najmniejszej nawet maszyny cyfrowej. Ci klienci są w usługowych ośrodkach obliczeniowych szczególnie mile widziani, gdyż przynoszą największy dochód.

W sumie jednak, usługowe ośrodki obliczeniowe nie odgrywają w NRF większej roli, więc nie będziemy o nich więcej mówić. Dlatego właśnie rozdział ten będzie taki krótki. A nieufność, o której mówiliśmy

na wstępie jest również tego głęboką przyczyną. Przedsiębiorcy w NRF nie mają po prostu ochoty by im ktoś zaglądał w karty, choćby nawet dziurkowane. Wprawdzie wszystkie usługowe ośrodki obliczeniowe gwarantują, że danych zleceniodawcy nikt inny oglądał nie będzie sceptycyzm jednak jest silniejszy. Dlatego wolą mieć swoje własne maszyny cyfrowe. Dobrzy przedsiębiorcy nie znają, jak wiadomo, fałszywie pojętej oszczędności, gdy chodzi o inwestycję.

Jest to powód, dla którego NRF jest po Stanach Zjednoczonych krajem o największej ilości maszyn cyfrowych.



Wszyscy słuchają jej rozkazów

Duże maszyny cyfrowe w kierowaniu produkcją i systemach informacyjnych

Ten rozdział, uprzedzamy, będzie trudny i jeśli ktoś z Państwa lubi łatwiejsze, może spokojnie go przekartkować, gdyż nie będzie tu nic zasadniczo nowego. Chodzi po prostu o podanie kilku praktycznych przykładów, a te są najczęściej tak skomplikowane jak wielkie uczone teorie.

Jeśli jednak będą Państwo na tyle dzielni, by czytać dalej to prosimy za nami do jakiegoś wielkiego zakładu przemysłowego. Na przykład do fabryki samochodów.

W takiej fabryce samochodów mają ciężkie życie. Produkują z pół tuzina różnych modeli samochodów; niektóre w licznych wersjach, niektóre z luksusowym wyposażeniem, niektóre z rozsuwanym dachem, wszystkie w różnych kolorach.

Miał rację stary Ford gdy niegdyś powiedział, o swym legendarnym już modelu T: „Można go kupić w dowolnym kolorze, pod warunkiem żeby był czarny".

Czasy starego Forda dawno już minęły i dziś kupiec samochodowy zamawia na przykład pięć samochodów model 02 w kolorze zielonym.

Wtedy wkracza do akcji maszyna cyfrowa fabryki samochodów. Jest to oczywiście duża maszyna cyfrowa, o jakich w tej części książki jest mowa. Maszyna cyfrowa prowadzi znakomicie funkcjonującą księgowość magazynową, więc teraz odwołuje się do odpowiedniej taśmy, by sprawdzić, czy żądane samochody nie stoją przypadkiem gotowe na jednym z dziedzińców fabryki.

Nie, nie ma! Odpowiada taśma. Trzeba je zatem zrobić! Na szczęście dla fabryki nie jest to jedyne zamówienie tego dnia, jest jeszcze wiele innych, poza tym fabryka ma inne umówione terminy dostaw.

Na podstawie tych wszystkich zamówień wykonuje się zestawienie. Fabryka ma wyprodukować w nadchodzącym miesiącu 441 samochodów Model A w trzech kolorach, 2006 samochodów model B w kolorach czerwonym i beżowym, 5536 samochodów model C, w trzech wersjach C1, C2 i C3, każda w czterech kolorach. Dokładne zestawienie wygląda następująco:

Typ	*czerwony*	*niebieski*	*zielony*	*beżowy*
A	109	45	—	287
B	1513	—	—	493
C1	26	311	398	1265
C2	43	547	854	1664
C3	12	32	65	319

W sumie 7983 samochody różnych typów (nie mówiąc już nic o kolorze).

Na szczęście niektóre modele mają takie same drzwi, hamulce, korby do okien, części silnika itp. Śruby 6M1835 × 39 potrzebne są nawet przy wszystkich 7983 samochodach.

Trzeba by teraz wiedzieć, możliwie szybko, ile dokładnie sztuk drzwi, części silnika, czy śrub 6M1835 × 39 potrzeba będzie do wyprodukowania 7983 samochodów. Dopiero wtedy, gdy to wiadomo, można przystąpić do montowania samochodów na taśmie.

Maszyna cyfrowa da sobie akurat z tym szybko radę. Dla każdego modelu samochodu jest mianowicie określona lista głównych podzespołów, z których ten model się składa:

2 szt drzwi 1070
2 „ siedzenia przednie 3740
1 „ kanapa 3950
1 „ silnik 7310
1 „ podwozie 1520
1 „ maska silnika 1890

i tak dalej. Każdy z tych podzespołów ma znowu określoną listę części. Na przykład drzwi:

1 szt zamek drzwi 1070 — 358
1 „ korba do okna 1070 — 121
2 „ zawias 1070 — 539
6 „ śruba 6M1835 × 39
1 „ uszczelka gumowa 1070 — 951

Na liście części silnika znajdują się:

4 szt tłok 7310 — 577
8 „ śruba 6M1835 × 39
1 „ blok cylindra 7210 — 577

Listy wszystkich części samochodu tworzą w sumie grubą księgę. Niektóre części występują nawet na tych listach w różnych miejscach. Zdarza się to teraz coraz częściej, gdyż opłaca się stosować wielokrotnie ten sam typ śruby, czy taki sam uchwyt. Śruba 6M1835 × 39 występuje na przykład w liście części modelu B czterdziestokrotnie. Dla wyprodukowania 2006 samochodów tego modelu potrzeba będzie w przyszłym miesiącu 80 000 takich śrub, a w sumie, dla wszystkich innych modeli aż 147 413 sztuk.

Oczywiście to nie my przejrzeliśmy tak szybko cały katalog i obliczyliśmy to wszystko. Od czego mamy maszynę cyfrową? Maszyna cyf-

rowa ma wszystkie listy części na taśmie magnetycznej i wystarczy jej podać ile samochodów każdego modelu trzeba wyprodukować, a zestawi nam chętnie całą listę wszystkich potrzebnych części. Nie wykonuje przy tym innych operacji arytmetycznych niż dodawanie i mnożenie, a wszystko razem jest takim samym zwykłym procesem sortowania, jaki występuje wielokrotnie przy obliczaniu wynagrodzeń.

Niezwykły jest on może tylko z powodu wielkiej ilości danych. Czasami cała lista części nie mieści się nawet na jednej taśmie.

Często przed wykonaniem programu trzeba zaktualizować taśmę z listami części, gdyż w niektórych fabrykach, dzięki pilnej pracy konstruktorów powstaje miesięcznie tysiące modyfikacji, które trzeba uwzględnić w listach części.

Dlatego zdarza się, że miesięczne zestawienie części potrzebnych do produkcji zajmuje wiele godzin pracy i to niezwykle szybkim, dużym maszynom cyfrowym.

Zaraz potem zaczyna się następny egzamin.

Maszyna cyfrowa obliczyła dopiero co, że w następnym miesiącu potrzeba będzie 147 413 śrub 6M1835 × 39. Ponieważ poziom strat dla tego rodzaju śrub zamyka się w granicach 1,5% do 2%, tyle zostanie skradzionych, zgubi się, lub będzie miało defekt, więc rozsądniej będzie wyprodukować 150 000 tych śrub. W jaki sposób jednak zrobić to jak najtaniej. Można zlecić całe zamówienie do wykonania w warsztatach w jednym rzucie, ale wtedy trzeba by mieć do dyspozycji od razu cały materiał, a gotowe śruby trzeba by później zmagazynować. 150 000 sztuk — to jest kilka wielkich, pełnych skrzyń.

Dużo lepiej byłoby, gdyby toczenie śrub odbywało się stopniowo, w ciągu całego miesiąca. Z drugiej strony byłoby to jednak także niewygodne, gdyż liczba 150 000 sztuk śrub nie jest znowu tak wielka. Gdyby toczyć dziennie tylko 7500 sztuk, to zajęło by to wprawdzie cały miesiąc, ale kosztowałoby również sporo straconego czasu na przestawienie maszyn. Warsztaty muszą przecież wykonać również inne części, a nie tylko nasze śruby 6M1835 × 39.

Trzeba zatem spróbować te 150 000 sztuk podzielić tak, by ich wykonanie kosztowało jak najmniej. Taki podział nazywa się w języku organizatorów produkcji określeniem wielkości partii produkcyjnej. A więc to, czego szukamy jest określeniem optymalnych wielkości partii produkcyjnej.

Optymalne wielkości partii produkcji nie mogą być zbyt małe, gdyż pochłaniają wtedy za dużo pieniędzy na przygotowanie i ustawienie maszyn przed produkcją każdej partii. Nie mogą być także za duże, gdyż wówczas wzrosną koszty magazynowania gotowego produktu. A oprócz tego wzrasta ryzyko, że chętni do zmian konstruktorzy powiedzą z dnia na dzień „Wszystkie śruby 6M18 zastąpić od zaraz przez śruby 5M17". I wtedy zostajemy z 10 cetnarami żelastwa typu 6M1835 × × 39.

Istnieje następujący wzór, pochodzący z 1941 roku, którym maszyna cyfrowa umie się po mistrzowsku posługiwać:

$$x = \sqrt{\frac{E \cdot 200 \cdot J}{s \cdot p}}$$

i w którym x — optymalna partia produkcji,
E — koszty stałe,
s — koszty proporcjonalne,
J — zapotrzebowanie roczne,
p — stopa procentowa.

Nie muszą Państwo, w żadnym wypadku, uczyć się tego wzoru na pamięć. Nie muszą się Państwo także martwić o to, co to są koszty stałe i koszty proporcjonalne. Chcieliśmy tylko pokazać, że wszystkimi tymi problemami zajęli się już matematycy i dlatego maszyna cyfrowa może je także rozwiązać.

W przypadku naszych śrub maszyna cyfrowa ustaliła optymalną wielkość partii produkcji na 35 000 sztuk. Tyle trzeba jednorazowo zamówić w warsztacie, aby ogólne koszty produkcji były najmniejsze. Przy tym wiadomo od razu, w jakich odstępach czasu powinny być te partie wykonywane, gdyż maszyna cyfrowa podaje to również. W 36 tygodniu, w końcu sierpnia, powinna być gotowa następna partia.

Minęły już dawno czasy, gdy majstrowie wydziałów musieli sami ustalać dokładny czas i plan pracy. Teraz przejęła to także maszyna cyfrowa, która na innej taśmie ma zapamiętany technologiczny plan pracy. Są to dokładne informacje o tym, w jaki sposób każdą potrzebną część do samochodu należy wyprodukować i jak długo trwa to przy zwykłym tempie pracy.

Plany technologiczne są ponumerowane dokładnie w ten sposób, jak części samochodu, które mają być według nich wykonane. Wobec tego nie trzeba wcale, jak nam się zdawało przedtem, drukować list potrzebnych części, nie trzeba także właściwie nigdzie w jawny sposób drukować wielkości optymalnych partii produkcji, wystarczy, że maszyna cyfrowa przetworzy to wszystko na dokładny plan pracy. Po prostu przy pomocy taśmy podzespołów zestawia taśmę, na której zapamiętane są wszystkie poszczególne części samochodu i ta taśma, razem z taśmą, na której pamiętane są technologiczne plany pracy, zostaje przetworzona na plan pracy, taki jaki zamieściliśmy dla przykładu poniżej:

wykonać 35 000 śrub 6-m 18
wymiary: długość 18 mm
średnica z łbem 8 mm
średnica bez łba 6 mm
skok gwintu 36 cylindryczny
zużycie materiału: 83 m stali 4317 w prętach po 5 m
średnica 8,2 mm

termin wykonania: 36 tydzień

cykl obróbki	nr. maszyny	czas 10.000
1 – toczenie śruby	437	3,47 godz.
2 – toczenie łba	439	2,87 godz.
3 – frezowanie	389	14,92 godz.
4 – gwintowanie wstępne	499	3,91 godz.
5 – gwintowanie końcowe	437	2,65 godz.
6 – magazynowanie	–	– 2 tyg.
7 – szlifowanie krawędzi	391	1,92 godz.

Z tego zestawienia można już wyciągnąć wszystkie informacje, jakie potrzebne są do przygotowania zamówienia do magazynu materiałów, do sześciu zleceń dla warsztatów, a gdy już zlecenia zostaną wykonane, do przygotowania sześciu kart określających koszty wykonania każdego zlecenia, które zostaną potem elektronicznie zaksięgowane. Jest również informacja o tym, że całe zamówienie powinno być gotowe w trzydziestym szóstym tygodniu roku.

Można również obliczyć, kiedy materiał należy poddać obróbce na maszynie. Jest to bardzo proste obliczenie a potrzebne do tego czasy wykonania 10000 sztuk każdej części znajdują się w ostatniej kolumnie planu pracy. Naturalnie wykonuje to również maszyna cyfrowa. W naszym przypadku mnoży odpowiednie czasy przez współczynnik 3,5, ponieważ mamy wykonać 35 000 śrub. Jeśli chcemy, maszyna cyfrowa wydrukuje nam następujące zestawienie:

cykl obróbki	nr. maszyny	il. godz.	il. tyg.
1	437	12,15	1
2	439	10,05	1
3	389	52,22	2
4	499	13,69	1
5	437	9,28	1
6	–	–	2
7	391	6,72	1

Ze względów technologicznych planowanie w naszej fabryce samochodów odbywa się z dokładnością do siedmiu dni, wszystko co leży poniżej 40 godzin pracy — trwa tydzień, wszystko co leży pomiędzy 40 a 80 godzinami pracy — trwa dwa tygodnie itd. Jeśli maszyna cyfrowa odejmie teraz od terminu wykonania zamówienia, (36 tydzień), liczby z ostatniej kolumny, to otrzymamy terminy, w których powinno rozpocząć się wykonanie poszczególnych zleceń. W naszym przypadku wygląda to następująco:

cykl obróbki	nr. maszyny	termin rozpoczęcia
1	437	27
2	439	28
3	389	29
4	499	31
5	437	32
6	–	33
7	391	35

Laik pomyśli zapewne, że jeśli taki terminarz zostanie wysłany razem ze szczegółowym planem pracy do warsztatu, to i tak nic z tego nie wyjdzie.

Może się zdarzyć przecież rzecz najgorsza, że setki różnych zamówień, które tą drogą napływają do warsztatu, trzymając go w nieustającym ruchu, będą sobie nawzajem przeszkadzać. Może się zdarzyć, że w 29 tygodniu maszyna nr 389 ma tyle pracy, że w ciągu pięciu, (a nawet sześciu) dni nie da rady jej wykonać w całości. Dwa spośród dziesięciu zleceń, w tym nasze śruby, nie zostaną po prostu zrealizowane i cały szczegółowy plan jest już wywrócony do góry nogami, a razem z nim produkcja naszych samochodów, gdyż w decydującym momencie okaże się, że brak uchwytów do rur wydechowych i właśnie naszych śrub.

Aby tego uniknąć, należy właściwie wszystkie zlecenia do warsztatu, napływające w określonym przedziale czasu, poustawiać w takiej kolejności, że, po pierwsze, termin wykonania poszczególnych części zostanie dotrzymany, po drugie, technologiczna kolejność obróbki części na poszczególnych maszynach zostanie ściśle zachowana, a po trzecie, wszystkie maszyny będą równomiernie obciążone pracą i po czwarte, czas pomiędzy początkiem obróbki, a terminem zakończenia nie będzie zbyt długi. Problem taki jest mniej więcej tak skomplikowany, jak gdyby chciało się osiągnąć, żeby wagony tramwajowe trzydziestu linii tramwajowych kursujące po całym mieście odjeżdżały zawsze z każdego przystanku zapełnione możliwie do ostatniego miejsca i by nikt nie został na przystanku z powodu przepełnienia — nie zmieniając przy tym rozkładu jazdy i nie utrudniając przesiadek. Może udałoby się to jeszcze osiągnąć na przystankach końcowych, ale już przy dojechaniu do pierwszego przystanku węzłowego przesiadanie się i wsiadanie nowych pasażerów wywołałoby taki skutek, że niektóre wozy odjeżdżałyby przepełnione, inne zaś w połowie puste.

Rozwiązanie tego rodzaju problemu przez człowieka nie jest naturalnie możliwe, ale maszyna cyfrowa daje sobie z tym radę. Nazywa się to *problemem optymalnego obciążenia zdolności produkcyjnej* (optimal workshop loading).

W praktyce problem optymalnego obciążenia zdolności produkcyjnej daje się rozwiązać tylko w przybliżeniu. Gotowego wzoru na to nie ma. Maszyna cyfrowa musi próbować różnych możliwych kombinacji, aż znajdzie jako tako zadowalające rozwiązanie. Przy tym może wypróbować tylko niewielką część wszystkich możliwych kombinacji.

Systematyczne wypróbowanie wszystkich możliwych kombinacji nie jest możliwe. Przypuśćmy, że chcielibyśmy, ustalić optymalną kolejność dziesięciu cykli obróbki na pewnej grupie maszyn, przez systematyczne wypróbowanie wszystkich możliwości. W tym celu musielibyśmy zestawić wszystkie możliwe kolejności:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
1 2 3 4 5 6 7 8 0 9
1 2 3 4 5 6 7 9 0 8
1 2 3 4 5 6 7 9 8 0

i tak dalej. Czy wiedzą Państwo ile jest takich możliwości? Ponad 3,6 miliona.

I teraz maszyna cyfrowa musiałaby każdą z tych 3,6 miliona możliwości wypróbować, co prowadziłoby do określenia pewnego planu pracy. Gdyby to nawet była najszybsza z najszybszych maszyn cyfrowych, która potrafiłaby ułożyć i sprawdzić jeden taki plan pracy, w ciągu jednej milisekundy to i tak jeszcze potrzebowałaby na wszystko 3600 sekund, to znaczy jedną godzinę. 3,6 miliona planów pracy w ciągu jednej godziny! To brzmi zupełnie niewiarygodnie i długo jeszcze nie da się tego osiągnąć, gdyż w rzeczywistości mamy do czynienia nie z dziesięcioma cyklami obróbki i jedną grupą maszyn, lecz powiedzmy, ze 150 grupami maszyn i 1500 partiami różnych części, z których każda wymaga 10 cykli obróbki.

Gdy to wszystko razem wymnożyć, okaże się, że czas, w jakim maszyna cyfrowa przez systematyczne wypróbowanie wszystkich możliwości znajdzie optymalny czas pracy, jest astronomicznie długi.

Taka metoda nie jest zatem możliwa. Maszyna cyfrowa musi losować z pośród wszystkich możliwości. Dokładnie tak samo jak my w rozdziale „To co ludzkie w maszynie" przez losowanie wybieraliśmy pewne z możliwych dróg pijanego, tak maszyna cyfrowa wybiera sobie pewne z możliwych planów pracy.

Naturalnie maszyna cyfrowa nie posiada kostki do losowania, lecz dysponuje *generatorem liczb losowych*, który podpowiada jej przypadkowo wygenerowane liczby, a rezultat jej pracy znajduje tylko dalekie porównanie z kreślonymi przez nas zygzakami drogi pijanego. Na końcu każdej takiej gry losowej znajduje maszyna cyfrowa kompletny plan pracy dla wszystkich 150 grup maszyn i wszystkich 15 000 cykli obróbki, zbudowany na liczbach czysto przypadkowych. Najlepszy z tych planów zostaje wybrany.

Metodę taką nazywa się *metodą Monte Carlo*, z uwagi na to, że przypomina przypadkowość ruletki.

Po wypróbowaniu przez maszynę cyfrową tysiąca, czy dziesięciu tysięcy, czy nawet 100 000 tysięcy możliwości zostanie określony taki lub inny zupełnie zadowalający plan pracy. Nie można się wprawdzie spodziewać, że jest to najlepszy z możliwych, ale w każdym bądź razie jest to jakieś przybliżenie optimum i to zupełnie zadowalające.

Naturalnie przeprowadzenie takiego ciągu prób zajmuje wiele czasu, a co gorsza wiele miejsca w pamięci maszyny cyfrowej, nawet, jeśli każdy nowy lepszy plan dopiero co zakończony, wpisywany będzie na miejsce dotychczas uważanego za najlepszy. Bo przecież cały plan pracy musi objąć 1500 pozycji i jeśli tylko na każdą z nich przeznaczyć 50 znaków to już trzeba przeznaczyć na to 75 000 miejsc pamięci operacyjnej.

Maszyna cyfrowa IBM 1401 lub podobnej wielkości nie wchodzi w ogóle w rachubę, gdyż może ona pamiętać tylko 16 000 znaków. A przecież potrzebne jest jeszcze miejsce na zapamiętanie samego programu. O maszynie poniżej 100 000 miejsc pamięci operacyjnej nie ma w ogóle

co mówić. Ponadto powinna to być szybka maszyna cyfrowa. Jednym słowem, jeśli chce się rozwiązywać tego rodzaju problemy, trzeba mieć do dyspozycji niezwykle dużą, niezwykle szybką i niezwykle sprawną maszynę cyfrową, inaczej można z tego od razu zrezygnować.

Naszą metodę można jeszcze trochę ulepszyć.

Do tej pory doszliśmy bowiem do tego, że maszyna cyfrowa nie daje nam żadnego wglądu w cały ten, skomplikowany system przeplatających się cykli obróbki. Po prostu w każdy piątek wieczorem drukuje, bez najmniejszego uzasadnienia, co każda maszyna w fabryce ma w następnym tygodniu do roboty i na tym koniec. A kierownictwo fabryki musi wierzyć, że ona wie co czyni.

Taka metoda jest jednak zbyt sztywna. Może się przecież zdarzyć, że jakaś maszyna wypadnie z powodu uszkodzenia. Albo że dziesięciu robotników ma zwolnienie z powodu kataru. Albo z powodu strajku dokerów dostawy specjalnej stali zostaną przerwane na dwa dni.

O tego rodzaju perturbacjach nasza maszyna cyfrowa nie ma w ogóle jeszcze pojęcia. Planuje w dalszym ciągu tak, jak gdyby wszystko stale miało odbywać się w ten właśnie sposób, jak zaleciła. Na dłuższą metę nigdy tak się nie dzieje. Wkrótce cały misterny i kunsztowny plan wywraca się do góry nogami i jest nie więcej wart niż papier, na którym został wydrukowany.

Maszyna cyfrowa musi więc zapamiętać na taśmie wszystkie zalecenia, które są przekazywane do warsztatów. W piątek do południa z każdej grupy maszyn odchodzi meldunek, które zamówienia i z jakiego powodu nie zostały w tym tygodniu wykonane. Maszyna cyfrowa przyjmuje do wiadomości i uwzględnia je, zanim przystąpi do układania planu pracy na następny tydzień. W ten sposób dopasowuje się do sytuacji.

To jest już daleko więcej niż tylko przygotowanie planu pracy. A jeśli do tego każe się maszynie cyfrowej, by w ramach układania planu troszczyła się również o to, żeby na każdym stanowisku pracy znajdował się zawsze potrzebny materiał i odpowiednie narzędzia, to jest to już zarządzanie i sterowanie produkcją.

Przekazanie maszynie cyfrowej zarządzania i sterowania produkcją, które do niedawna jeszcze było domeną najtęższych głów przedsiębiorstwa, wymaga od kierownictwa firmy dużego stopnia samozaparcia. Jeśli pomyśleć teraz tylko, że maszyna cyfrowa nie tylko kieruje produkcją, lecz także kontroluje stan magazynów[27], oblicza wynagrodzenia, pisze rachunki, wysyła zamówienia, analizuje rynek, rządzi niepodzielnie olbrzymim i skomplikowanym systemem informacyjnym i w ogóle jest pożyteczna we wszystkich tych dziedzinach, które do niedawna jeszcze wydawały się być wyłącznie domeną ludzkiej działalności, to przyjdzie wkrótce przyznać, że określenie, „sztuczna inteligencja", które ze strony naukowców przypisywane jest maszynom matematycznym, nie jest bynajmniej, ani tak odległe od rzeczywistości, ani tak śmieszne, jak się niektórym dziś jeszcze wydaje.

Faktem jest, że ta sztuczna inteligencja działa bez porównania szyb-

ciej, dokładniej i bezbłędniej, niż nasza ludzka i zamiast z tego faktu zarozumiale się podśmiewać, należałoby go raczej właściwie wykorzystać.

Domy sprzedaży wysyłkowej wykorzystały go na przykład w odpowiednim czasie. Bez maszyn cyfrowych największe z nich nie doszłyby nigdy do takiego znaczenia. W jaki sposób są tam wykorzystane maszyny cyfrowe chcemy pokazać na kilku przykładach.

Już pierwszy przykład jest bardzo pouczający, gdyż pokazuje, w jaki sposób maszyna cyfrowa sama zarabia na swoje utrzymanie.

Jeden z domów sprzedaży wysyłkowej przeprowadził przed laty następujący rachunek. Mamy trzy miliony klientów. Co roku musimy drukować trzy miliony grubych katalogów. Każdy z nich, razem z wysyłką, kosztuje niestety całe pięć marek. Musimy wydać zatem 15 milionów marek, aby nasze katalogi rozprowadzić pomiędzy klientów. Jesteśmy jednak przekonani, że mamy milion takich klientów, którzy w istocie wcale nimi nie są, gdyż w okresie 18 miesięcy nic u nas nie zamówili i nic już nigdy nie zamówią, gdyż uważają się za coś lepszego, by kupować w taki sposób. Gdybyśmy ich mogli skreślić z listy naszych klientów, zarobilibyśmy równo pięć milionów marek. Ale jak znaleźć tych właśnie, pomiędzy trzema milionami? A jak znaleźć pomiędzy trzema milionami tych, którzy z jakichś powodów otrzymują do domu dwa i trzy katalogi, podczas gdy wystarczy im tylko jeden. Albo jak wykreślić tych, o których wiemy na pewno, że umarli, wyjechali do Rio de Janeiro, lub siedzą w więzieniu z powodu nie płacenia rat, między innymi naszych. Aby to było możliwe nasza kartoteka klientów co najmniej musiałaby być ułożona alfabetycznie. Aby tego dokonać, a później utrzymać właściwy porządek i regularnie sprawdzać, musielibyśmy wydać jeszcze więcej pieniędzy, niż na wszystkie katalogi! Cóż nam zatem pozostaje?

Oczywiście maszyna cyfrowa w rodzaju IBM 7070, UNIVAC 1108 albo CDC 3400, która zaprowadzi porządek w naszej kartotece. Wprawdzie dzierżawienie jej kosztuje dwa miliony marek rocznie, ale w końcu zaoszczędzi nam pięć milionów marek. Poza tym przyniesie również inne oszczędności.

Maszyna cyfrowa została zamówiona, dostarczona i oprogramowana. Oprócz dwuletniego kryzysu finansowego wprowadziła ona wkrótce do domu sprzedaży wysyłkowej nową metodę pracy. Co dzień rano lawina przychodzących listów zostaje od razu opracowana. Druki, listy miłosne i zażalenia trafiają prosto do kosza. Zamówienia zostają sprawdzone, wydziurkowane na kartach i zapamiętane przez maszynę cyfrową na taśmie magnetycznej. Taśma ta jest podzielona na małe bloki. Zamówienie, powiedzmy pani Karoliny Häbig z Wurmlingen, zostaje rozdzielone na tyle części, ile zawiera pozycji, a te są sortowane według numerów zamówionych artykułów.

W ten sposób wiadomo jaka ilość każdego artykułu ma być dzisiaj przygotowana do wysyłki. Jeśli teraz spojrzą Państwo na str. 112, zobaczą Państwo naszą maszynę cyfrową w akcji.

A — przetwarzanie posortowanej taśmy zamówień i taśmy stanu magazynu. Od stanu magazynu trzeba odjąć to, co ma być w dniu dzisiejszym wysłane. Na taśmie zamówień trzeba dopisać cenę oraz to, jak duży i ciężki jest zamówiony towar i gdzie znajduje się w magazynie. (Jeśli zamówiony artykuł jest już wyprzedany, wtedy wpisuje się na taśmie literkę „B" — brak!).

B — znowu sortowanie, tym razem według numerów klientów. Przy tym otrzymuje się jednocześnie dokumenty dostawy, rachunki, odpowiednie porta pocztowe, rozmiary opakowań i zlecenia wydania towaru z magazynu. Na taśmie z kartoteką klientów znajduje się adres klienta. Zostaje on odszukany według numeru klienta i wpisany do dokumentu dostawy. Teraz towar zostaje wybrany z magazynu i włożony do przygotowanego uprzednio opakowania. Jeszcze tylko nakleić znaczki pocztowe już za obliczoną kwotę. Resztę bierze na siebie poczta.

C — w międzyczasie, aby zoptymalizować działalność domu sprzedaży wysyłkowej, maszyna cyfrowa w dalszym ciągu zajmuje się taśmą stanu magazynu. Zestawia statystyki, z których można dowiedzieć się, jakie towary idą najlepiej, a jakie zalegają tylko magazyn. Oprócz tego melduje w odpowiednim czasie, kiedy zapasy jakiegoś artykułu w magazynie osiągają stan krytyczny i trzeba zamówić następną partię.

D — teraz wystawiane są zamówienia do dostawców, sprawdzane przyjęcia towarów, opłacane rachunki, wykorzystywane skonto i rabat... Zaznaczyliśmy to zaledwie na naszym rysunku, aby nie rozrósł się bez granic.

Tymczasem z działu przygotowującego paczki do wysyłki przychodzi informacja. Paczka do pani Häbig wysłana!

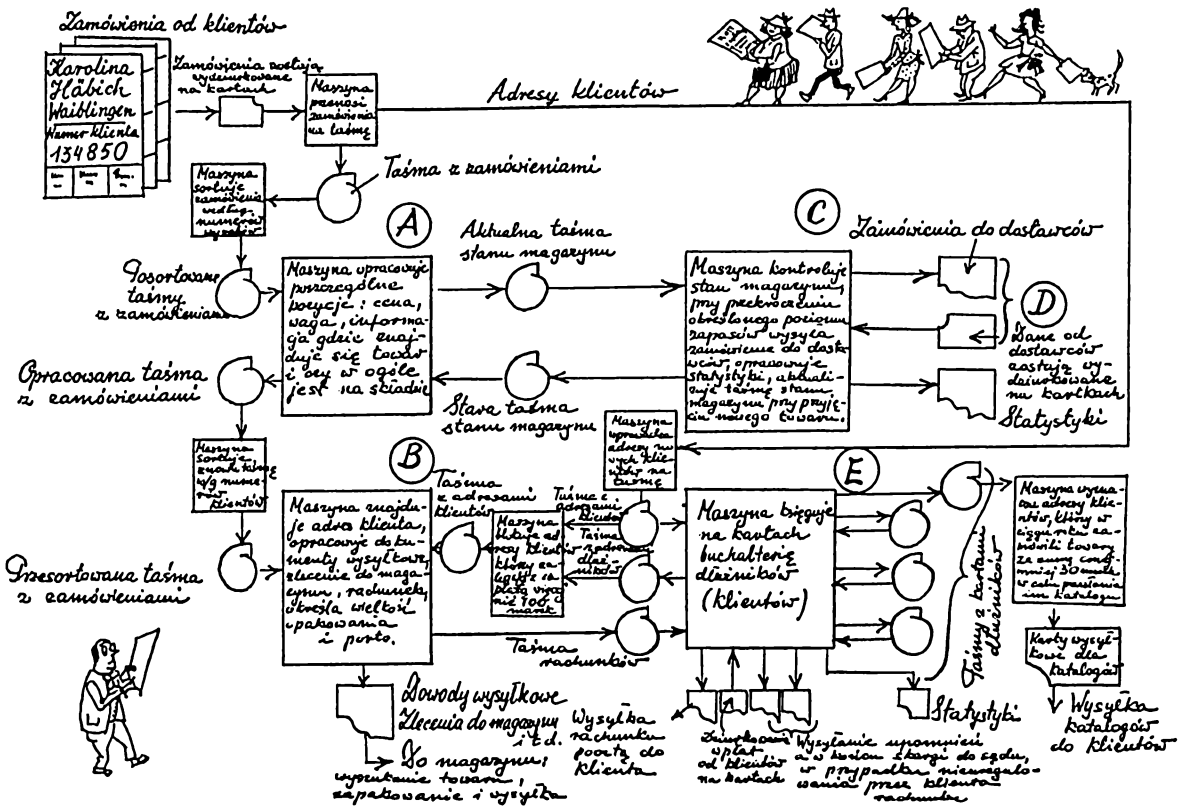
Informacja zostaje przekazana maszynie cyfrowej. Teraz można wysłać rachunek. Naturalnie maszyna cyfrowa księguje również każdą wpłatę i dlatego zna dokładnie stan każdego konta klienta. Jeśli klient nie spieszy się z zapłatą należności, wtedy po czterech tygodniach automatycznie zostaje wysłane upomnienie a po następnych czterech tygodniach skarga do sądu [28].

W ten sposób maszyna cyfrowa zastępuje już część księgowości. A jednocześnie opracowuje i to zagadnienie, dla którego właściwie została zaangażowana, dostarcza adresy do wysyłki katalogów, naturalnie adresy, które rokują nadzieję na nowe zamówienie.

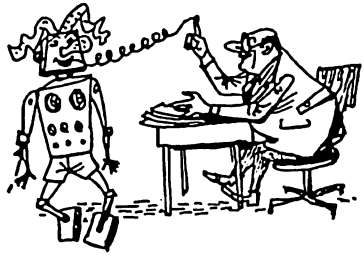
Na zakończenie tego rozdziału chcielibyśmy jeszcze Państwu podać piękny przykład zamkniętego systemu informacyjnego. Chodzi o zarząd miasta, powiedzmy Nowego Miasta. 80 000 mieszkańców, piękne położenie, kościół gotycki, historyczna lipa, więzienie.

Dane o wszystkich 80 000 mieszkańców znajdują się w pamięci dyskowej miejskiej maszyny cyfrowej: imię, nazwisko, data urodzenia, wyznanie i zawód. Ponadto w pamięci maszyny cyfrowej znajdują się dane o posiadających ziemię uprawną i wykonujących rzemiosło.

Proszę sobie wyobrazić, czym ta maszyna cyfrowa wtedy nie jest! Kartoteką mieszkańców, biurem meldunkowym, urzędem do spraw wy-


Zamówienia od klientów
Karolina Häbich Waiblingen Numer klienta 134850
Zamówienia zostają wydziurkowane na kartach
Maszyna przenosi zamówienia na taśmę
Adresy klientów
Taśma z zamówieniami
Maszyna sortuje zamówienia według numerów wyrobów
A
Aktualna taśma stanu magazynu
C
Zamówienia do dostawców
Posortowane taśmy z zamówieniami
Maszyna opracowuje poszczególne pozycje: cena, waga, informacja gdzie znajduje się towar i czy w ogóle jest na składzie
Maszyna kontroluje stan magazynu, przy przekroczeniu określonego poziomu zapasów wysyła zamówienie do dostawców, opracowuje statystyki, aktualizuje taśmę stanu magazynu przy przyjęciu nowego towaru.
D
Dane od dostawców zostają wydziurkowane na kartkach
Statystyki
Opracowana taśma z zamówieniami
Stara taśma stanu magazynu
Maszyna sortuje znowu taśmę w/g numerów klientów
B
Taśma z adresami klientów
Maszyna znajduje adres klienta, opracowuje dokumenty wysyłkowe, zlecenie do magazynu, rachunek, określa wielkość opakowania i porto.
Maszyna tłukuje adresy klientów którzy zaległy z zapłatą więcej niż 100 marek
Taśma z adresami klientów
Taśma z adresami dłużników
Maszyna wprowadza adresy nowych klientów na taśmę
E
Maszyna księguje na kartach buchalterię dłużników (klientów)
Taśmy z kartami dłużników
Maszyna wyznacza adresy klientów, którzy w ciągu roku zamówili towary ze sumy conajmniej 30 marek w celu przesłania im katalogu
Karty wysyłkowe dla katalogów
Wysyłka katalogów do klientów
Przesortowana taśma z zamówieniami
Taśma rachunków
Dowody wysyłkowe
Zlecenia do magazynu i t.d.
Do magazynu: wyszukanie towaru, zapakowanie i wysyłka
Wysyłka rachunku pocztą do klienta
Zniżkowanie wpłat od klientów na kartach
Wysyłanie upomnień a w końcu skargi do sądu, w przypadku nieuregulowania przez klienta rachunku
Statystyki

miaru podatku gruntowego i podatku od wykonywania rzemiosła. Drukuje sama rozporządzenia straży i karty wyborcze, statystyki mieszkańców i informacje do książki adresowej. Wydziałowi Planowania dostarcza pełnych zestawień posiadłości ziemskich w okręgu Nowego Miasta, Wydziałowi Oświaty przeglądu spodziewanych pierwszoklasistów w okresie najbliższych dwóch, trzech, czterech lat, Wydziałowi Opieki listę rencistów w nadchodzącym okresie. Podskarbi miejski otrzymuje nie mniej dokładną informację o tym, jakich wpływów z podatków gruntowych i od rzemiosła może się spodziewać. Burmistrz otrzymuje co miesiąc dokładną statystykę ruchu ludności. Tylko drukarz drukujący dotąd listy przypadającego co parę lat spisu ludności nie jest zadowolony. Jego nikt już nie potrzebuje.



Dobre połączenie kosztuje drogo

Przyszłość należy do tele-przetwarzania

Zaczęło się w Massachusetts, w Instytucie Technologicznym w skrócie MIT, który dzięki działalności zmarłego już profesora Norberta Wienera, „ojca cybernetyki" i patrona wszystkich informatyków należał zawsze do czołówki pomysłodawców nowych idei w dziedzinie maszyn matematycznych. Pomyślano tam, by w gabinecie każdego profesora zainstalować tzw. *urządzenie końcowe* (remote station). Przy pomocy tego urządzenia i zwykłego telefonu profesor uzyskuje bezpośrednie połączenie z maszyną cyfrową instytutu. Na klawiaturze swojego urządzenia wypisuje w Fortranie swój najnowszy program i natychmiast maszyna cyfrowa rozpoczyna nad nim pracę. Tłumaczy, sprawdza i rozpoczyna obliczenia. Gdy tylko wynik jest gotów, profesor otrzymuje go poprzez swoje urządzenie końcowe. Teraz może zmienić dane, znowu wykonać obliczenia i otrzymać dalsze wyniki lub zmienić program i zacząć od początku. A więc jest jakby w stałym kontakcie słownym z maszyną cyfrową. Dlatego metodę taką nazywa się *konserwacyjną* (conversational mode).

Naturalnie MIT ma nie jednego, lecz wiele dziesiątków profesorów i wszyscy oni, często w tym samym czasie, chcą rozmawiać z maszyną cyfrową.

Dlatego całe urządzenie zbudowano od samego początku w systemie podziału czasu. Maszyna cyfrowa, początkowo IBM 7094, a obecnie także GE 645 firmy General Electric, obsługuje po kolei każde przyłączone urządzenie końcowe przez określony czas około 200 milisekund i przechodzi do następnego.

Pamięć operacyjna maszyny cyfrowej jest podzielona na segmenty, tak zwane stronice, a system operacyjny przyporządkowuje automatycznie każdemu aktualnie obsługiwanemu urządzeniu końcowemu jedną taką stronicę i troszczy się o to, by poszczególne programy nie mieszały się ze sobą, a każdy profesor po kolei otrzymywał swoje połączenie.

Tego wszystkiego jednak żaden z profesorów nie zauważa. Każdy z nich ma wrażenie, że ma swoją własną maszynę cyfrową.

Chociaż po 200 milisekundach obliczeń następuje sekundowa przerwa, w czasie której obsługiwane są następne programy, to jednak nikt nie zauważa, że poszczególny program wykonywany jest przez to dłużej, gdyż w czasie każdych pracowitych 200 milisekund maszyna cyfrowa jest wystarczająco szybka.

To był, jak powiedzieliśmy, początek tele — przetwarzania, do którego właśnie, jak się dziś sądzi, należy przyszłość. Istnieje wiele różnych tele-systemów, które częściowo już funkcjonują a częściowo jeszcze są w stadium projektów.

Pierwsza możliwość polega na tym by jak w MIT połączyć przy pomocy linii teletransmisyjnych wiele urządzeń wejściowych z jedną maszyną cyfrową. W ten sposób pracują, jak już widzieliśmy systemy rezerwacji miejsc samolotowych. W ten sposób mogą pracować biura techniczne jakiejś dużej firmy, filie banku, itp.[29]. W ten sposób również mogą obsługiwać swoich klientów usługowe ośrodki obliczeniowe.

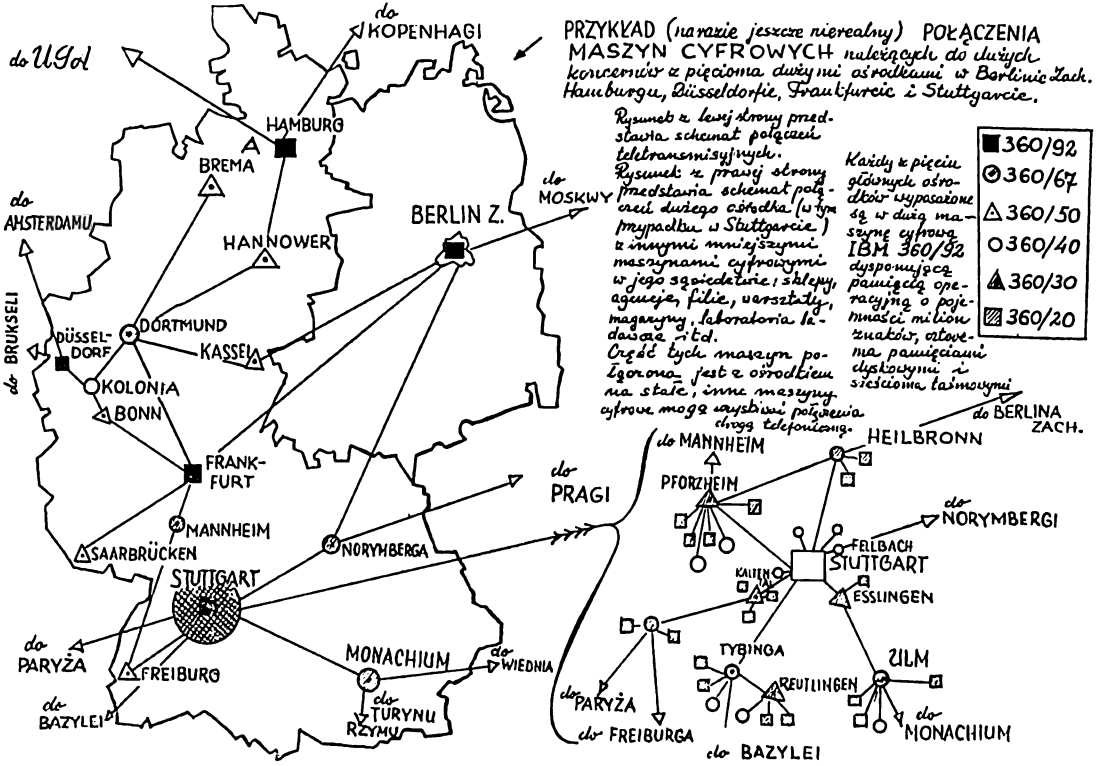
Druga możliwość polega na tym, by w ramach wielkiego przedsiębiorstwa, czy rozgałęzionego koncernu, instalować cały system małych i większych maszyn cyfrowych, które z odległości wieluset kilometrów mogą współpracować ze sobą. Wiele przedsiębiorstw w NRF wydaje już znaczne sumy na tego rodzaju plany, każe przeprowadzać badania, a także na wzór manewrów wojennych, przeprowadza już nawet wiele taktycznych prób teletransmisji i wymiany danych, a nawet jest już blisko przestawienia swojej organizacji na taki system. Na stronie 116 przedstawiamy schemat takiego systemu połączeń.

Trzecia możliwość jest na razie jeszcze tylko fantazją, tym niemniej fantazją prawdopodobną. Od współpracy maszyn cyfrowych w odległych przedsiębiorstwach tej samej firmy jest już tylko krok do tego, by połączyć ze sobą maszyny cyfrowe firm, które przeprowadzają między sobą transakcje. Dlaczego zamówienie firmy Müller miałoby być najpierw wypisane tekstem i wysłane przez pocztę do firmy Lehmann gdzie będzie wydziurkowane i przekazane znowu maszynie cyfrowej? Dlaczego rachunek firmy Lehmann dla firmy Müller miałby opuszczać maszynę cyfrową i być wysłany przez pocztę do firmy Müller, gdzie będzie znowu przekazany maszynie cyfrowej? Dlaczego nie połączyć bezpośrednio ośrodków obliczeniowych obu firm, co znacznie uprościłoby postępowanie.

Nie można jednak zapomnieć, że tele-przetwarzanie drogo kosztuje. Połączenia, dopasowanie różnych typów maszyn między sobą, programy tłumaczące. Zgodność różnorodnych form organizacyjnych przedsiębiorstw, wszystko to kosztuje w tej chwili więcej pieniędzy, niż większość firm jest w stanie na to wydać.

Ale może pewnego dnia cała Ziemia zostanie otoczona siecią kabli i wszystkie maszyny cyfrowe ze wszystkich kontynentów będą porozumiewać się ze sobą, bez ludzkiej ingerencji i zarządzać całym światem. Może...

Sami fachowcy od maszyn cyfrowych przeciwstawiają wszystkim


PRZYKŁAD (narazie jeszcze nierealny) POŁĄCZENIA MASZYN CYFROWYCH należących do dużych koncernów z pięcioma dużymi ośrodkami w Berlinie Zach. Hamburgu, Düsseldorfie, Frankfurcie i Stuttgarcie.
Rysunek z lewej strony przedstawia schemat połączeń teletransmisyjnych.
Rysunek z prawej strony przedstawia schemat połączeń dużego ośrodka (w tym przypadku w Stuttgarcie) z innymi mniejszymi maszynami cyfrowymi w jego sąsiedztwie; sklepy, agencje, filie, warsztaty, magazyny, laboratoria badawcze i td.
Część tych maszyn połączona jest z ośrodkiem na stałe, inne maszyny cyfrowe mogą uzyskiwać połączenia drogą telefoniczną.
Każdy z pięciu głównych ośrodków wyposażone są w dużą maszynę cyfrową IBM 360/92 dysponującą pamięcią operacyjną o pojemności miliona znaków, otrzymą pamięciami dyskowymi i siecioma taśmowymi
360/92
360/67
360/50
360/40
360/30
360/20
do UGd
do KOPENHAGI
HAMBURG
BREMA
do AMSTERDAMU
do MOSKWY
BERLIN Z.
HANNOWER
do BRUKSELI
DÜSSEL-DORF
DORTMUND
KASSEL
KOLONIA
BONN
FRANK-FURT
MANNHEIM
SAARBRÜCKEN
STUTTGART
NORYMBERGA
do PRAGI
do PARYŻA
FREIBURG
do BAZYLEI
MONACHIUM
do WIEDNIA
do TURYNU
do RZYMU
do BERLINA ZACH.
do MANNHEIM
HEILBRONN
PFORZHEIM
do NORYMBERGI
FELBACH
STUTTGART
KALTEN
ESSLINGEN
TYBINGA
REUTLINGEN
ULM
do PARYŻA
do FREIBURGA
do BAZYLEI
do MONACHIUM

utopiom zdrowy sceptycyzm. Nic — twierdzą — nie jest niezawodne, ani my, ani maszyny cyfrowe.

Obok jednej z największych maszyn cyfrowych na Przylądku Kennedy'ego, w szafce za szkłem leży mały dziecinny przyrząd do liczenia — kolorowe drewniane paciorki nanizane na drucie. Na tabliczce obok napisano:

„W razie potrzeby stłuc szybę"

Na razie szyba jest cała.

Maszyna cyfrowa w fotografii

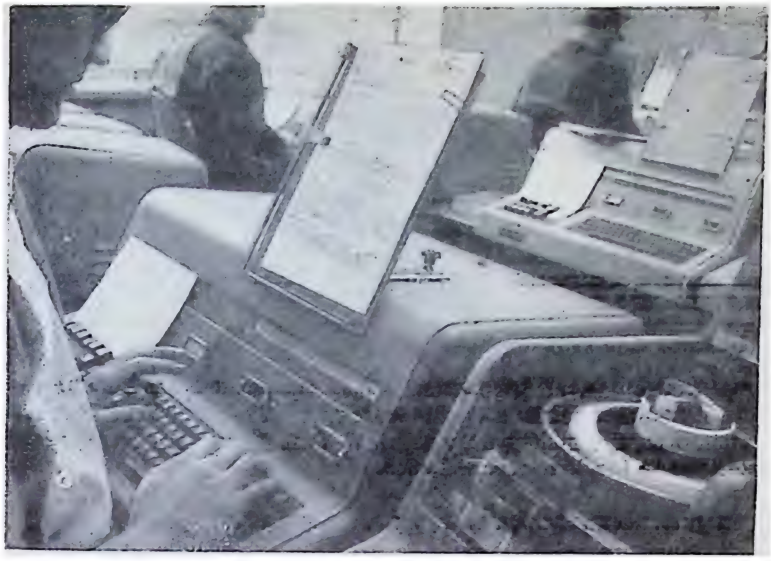
Powiada się, że jeden obrazek może powiedzieć więcej, niż tysiąc słów. Na najbliższych stronach zamieszczonych jest osiem fotografii, odpowiada to zatem więcej niż ośmiu tysiącom słów. Możemy się więc teraz streszczać.

Zdjęcia przedstawiają maszynę cyfrową w różnych okolicznościach. Na zdjęciu A widzimy dziurkowanie karty. Na zdjęciu B rozpoznajemy kompletną maszynę cyfrową IBM 360/30 po prawej stronie na pierwszym planie jednostka centralna z wbudowaną pamięcią operacyjną z lewej strony urządzenie do wprowadzania kart dziurkowanych, w głębi przy ścianie jednostki pamięci taśmowej, pośrodku szybka drukarka wierszowa. Zdjęcie C przedstawia urządzenie końcowe zdalnego przetwarzania danych (tele-przetwarzania) z urządzeniami do wprowadzenia i wyprowadzenia danych poprzez karty dziurkowane i dalekopis. Maszyna cyfrowa, z którą połączone jest to urządzenie odległa jest być może o wiele kilometrów.

Na zdjęciach D i E widzimy także stację zdalnego przetwarzania danych. Na zdjęciu D widzimy jedno z wielu biur rezerwacji miejsc towarzystwa lotniczego. Urzędniczki i urzędnicy biura otrzymują przez telefon informację gdzie i kiedy podróżni chcieliby lecieć samolotem. Sprawdzaniem czy są wolne miejsca na żądany lot i rezerwacją zajmuje się maszyna cyfrowa IBM w centralnym biurze towarzystwa. Każde stanowisko rezerwacji zaopatrzone jest w urządzenia wejściowo-wyjściowe połączone z tą maszyną cyfrową. Zdjęcie E przedstawia aptekę w Stanach Zjednoczonych która połączona jest linią dalekopisu z maszyną cyfrową IBM jednego ze szpitali. Maszyna cyfrowa na podstawie wskazań leczniczych lekarza ustala odpowiedni zestaw lekarstw i zamawia je w aptece.

Zdjęcie F stanowi ilustrację do rozdziału poświęconego sterowaniu produkcją. Urządzenie „produktograf" Siemensa przy współpracy z maszyną cyfrową drukuje harmonogramy pracy i listy rozrachunkowe.

Zdjęcia G i H pochodzą z drukarni gazet w Norymberdze, w której nie pracują zecerzy. Rękopisy zostają tylko wydziurkowane na taśmie dziurkowanej (zdjęcie G) a maszyna cyfrowa Siemensa (zdjęcie H) troszczy się o podział na wiersze, określenie odstępów, prawidłowy podział wyrazów przy przynoszeniu. Po lewej stronie widzimy oryginalną taśmę tekstu rękopisu, po prawej stronie powstaje przetworzona taśma, którą można bezpośrednio przekazać do linotypu.



Przypisy

[1] W NRF w zależności od deklarowanego wyznania potrącany jest od wynagrodzenia podatek na rzecz właściwego kościoła (ewangelickiego, katolickiego, czy innej gminy wyznaniowej). W zamian za to usługi kościelne są bezpłatne (przyp. tłum.).

[2] W literaturze polskiej używany jest termin *pamięć operacyjna*. W dalszym ciągu używać będziemy tego właśnie określenia (przyp. tłum.).

[3] W literaturze polskiej częściej używany jest termin *translator* (przyp. tłum.).

[4] Mówimy o kodach, kodowaniu, a następnie jeszcze o wielu innych rzeczach, które mają amerykańskie nazwy. Nie czynimy tego idąc za modą albo dlatego, że nasz język wydaje nam się za ubogi. Na przykład idiom *przetwarzanie danych* jest amerykanizmem. Również wiele innych pojęć przyszło drogą okrężną ze Stanów Zjednoczonych do nas. W dyskusjach i literaturze fachowej używa się prawie wyłącznie amerykanizmów które niejednokrotnie nie mają po prostu żadnego zadowalającego tłumaczenia na nasz język. Dlatego niekiedy używaliśmy nazw amerykańskich. Czasami także podawaliśmy je dodatkowo, w nawiasach.

[5] Dobrze wyposażona maszyna cyfrowa otrzymuje od producenta, bezpłatnie, pakiet programów zwany często „hard software", to znaczy oprogramowanie, które pozwala efektywnie wykorzystać sprzęt maszyny cyfrowej. Nie wchodząc w szczegóły są to wszystko programy i środki, które dopiero pozwalają racjonalnie i ekonomicznie użytkować i programować maszynę cyfrową.

Należy do niego między innymi translator, który umożliwia przy pomocy makrorozkazów, wywoływać własne podprogramy użytkowania, jeśli te, są potrzebne.

Jeśli maszyna cyfrowa dysponuje obszerną pamięcią zewnętrzną, wtedy dostarcza się również system podprogramów, który pozwala na wy-

godne sterowanie urządzeniami peryferyjnymi (na przykład IOCS – zob. str. 127).

Jeśli maszyna cyfrowa przeznaczona jest do rozwiązywania zagadnień naukowo-technicznych, to można oczekiwać, że będzie wyposażona przez producenta w bibliotekę programów, obejmującą najważniejsze programy matematyczne: Funkcje specjalne (sinus, tangens, funkcja wykładnicza. itd.) i najważniejsze metody numeryczne rozwiązywanie układów równań liniowych, równań różniczkowych itd.

Od maszyny cyfrowej przeznaczonej do zagadnień ekonomicznych można oczekiwać, że będzie wyposażona w generator programów sortowania, generator list i inne programy specjalne.

Ponieważ dopiero w oprogramowaniu odzwierciedlają się możliwości, jakimi w ogóle maszyna cyfrowa dysponuje, więc zakres dołączonych przez producenta do maszyny cyfrowej programów jest najczęściej dobrą miarą możliwości jej zastosowania. Obecnie producenci maszyn cyfrowych dostarczają nie tylko gotowe programy, lecz również formularze do programowania i organizują kursy programowania.

Każdy kto chce sprawić sobie maszynę cyfrową dobrze zrobi, jeśli przede wszystkim troszczyć się będzie o należyte jej oprogramowanie.

Maszyna cyfrowa o ubogim oprogramowaniu przenosi istotne obowiązki z producenta na nabywcę i obciąża go dodatkowym kosztem.

Zgodnie z obowiązującą dziś praktyką, pisanie w języku wewnętrznym maszyny programów sortowania czy wyszukiwania informacji albo zatrudnianie matematyka do pisania programu wyciągania pierwiastków nie należy do użytkownika maszyny cyfrowej. Tego można żądać od producenta maszyny.

[6] IOCS (Input Output Control System) — System Obsługi Wejścia-Wyjścia jest zbiorem programów, które przy pomocy makrorozkazów można wywołać wewnątrz translatora i które ułatwiają obsługę maszyny cyfrowej.

Na przykład: zawartość karty dziurkowanej o 80 znakach może być umieszczona na jednocentymetrowym odcinku taśmy magnetycznej IBM 1401. Przerwa pomiędzy dwoma zapisami wynosi również około jednego centymetra. Czyli taśma wykorzystana jest tylko w 50%. Jeśli jednak zamiast jednej karty zapamięta się w bloku zawartość stu takich kart, wtedy na przerwy odpada tylko 1% taśmy i taśma jest wykorzystana w 99%. Dlatego dąży się do tego, by zmieścić w jednym bloku tyle kart, ile się tylko da. Z drugiej strony jednak karta dziurkowana w przetwarzaniu danych jest zwartą logiczną jednostką i jeśli złączy się takich więcej jednostek w jeden blok, to powstają znaczne trudności przy programowaniu. Właśnie ten kłopot, całą organizację bloków, przejmuje na siebie IOCS.

[7] Tego rodzaju problem, jaki miał do rozwiązania ów rolnik, a który podaliśmy pod ogólnym hasłem *badania operacyjne* jest typowy dla wielu sytuacji w gospodarce, a także w życiu codziennym.

Dla podjęcia decyzji, ile zasiać hektarów pszenicy, a ile zasadzić ziemniaków, ważne są *warunki brzegowe*, które mają być przy tym spełnione. Rolnik nie może wydać więcej niż 1100 marek. Na każdy hektar pszenicy musi wydać 10 marek, a na każdy hektar ziemniaków 20 marek, na zakup ziarna siewnego, sadzeniaków, na walkę ze szkodnikami itd. Czas pracy nie może przekroczyć 160 godzin, przy czym jeden hektar ziemniaków wymaga jednej godziny pracy, a jeden hektar pszenicy czterech godzin pracy. Ponieważ rolnik posiada 100 hektarów ziemi, więc suma ilości hektarów pszenicy i ziemniaków nie może być większa, niż 100. Są to właśnie warunki ograniczające przy podejmowaniu decyzji.

Następnie ważna jest *funkcja celu*. Wiemy, że hektar ziemniaków przyniesie rolnikowi 40 marek, a hektar pszenicy 120 marek dochodu. Znając to, można dla każdej kombinacji obliczyć, ile przyniesie rolnikowi dochodu i łatwo zdecydować, która z nich jest najlepsza. Ta mianowicie, która przyniesie optymalny dochód, maksymalny przy spełnianiu warunków dodatkowych. To jest funkcja celu.

Można ułożyć następującą tabelę:

	na hektar ziemniaków	na hektar pszenicy	w sumie
nakład pieniędzy	10	20	1100
nakład czasu pracy (godz.)	1	4	160
areał (hektar)	—	—	100
dochód	40	120	maksimum

Jeśli rolnik chce zasadzić x hektarów ziemniaków i zasiać y hektarów pszenicy, to potrzebuje $10x + 20y$ marek kapitału. Jeśli wartość kapitału nie może przekroczyć 1100 marek, to jak powiedziałby matematyk, musi być mniejsza lub równa 1100 marek, co można zapisać tak:

$$10x + 20y \leqslant 1100$$

To nie jest już równanie lecz nierówność. Nasza tabela pozwala napisać cały układ takich nierówności:

$$10x + 20y \leqslant 1100 \tag{1}$$

$$x + 4y \leqslant 160 \tag{2}$$

$$x + y \leqslant 100 \tag{3}$$

oraz funkcja celu

$$40x + 120y = \text{maximum} \tag{4}$$

To, co napisaliśmy wyżej, jest modelem zagadnienia decyzyjnego. Ponieważ wszystkie bez wyjątku nierówności są liniowe, więc mówimy w takim przypadku, o zagadnieniu *programowania liniowego*. Jest to metoda, która okazała się skuteczna w wielu już przypadkach. Czy to, gdy oblicza się jak optymalnie kierować samoloty do Berlina, aby maksymalnie wykorzystać miejsce do lądowania, czy też gdy planuje się naloty dywanowe, aby osiągnąć maksimum zniszczenia. Zawsze są ja-

kieś warunki brzegowe i funkcja celu, dla której poszukuje się maksimum lub minimum przy spełnieniu warunków brzegowych.

W naszym prostym przykładzie można znaleźć rozwiązanie stosunkowo prosto. Zaraz pokażemy w jaki sposób. Ale jeśli będziemy mieć do czynienia nie z dwoma zmiennymi lecz z 500 lub tysiącem zmiennych, wtedy już tylko maszyna cyfrowa może nam pomóc.

Aby rozwiązać nasze zadanie zapomnijmy na razie, że mamy do czynienia z nierównościami. Potraktujmy je jako równania, które można w prostokątnym układzie współrzędnych przedstawić jako proste. (zob. rys. niżej).

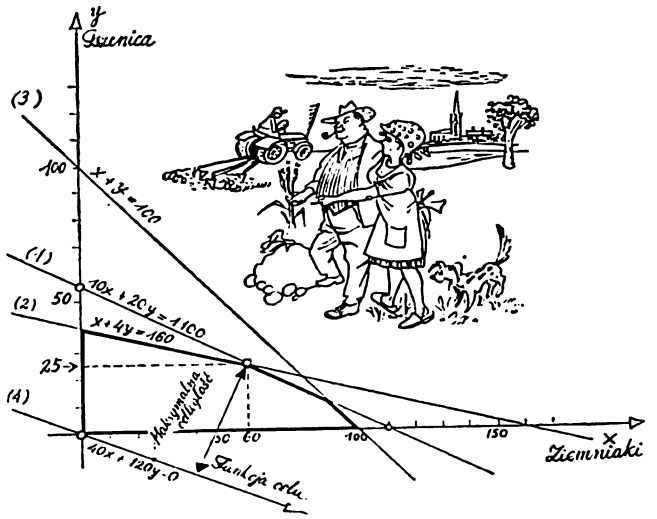
Każdemu warunkowi brzegowemu odpowiada jedna prosta. Zaś to, że mamy w istocie do czynienia z nierównościami, oznacza w danym przypadku, że interesują nas tylko punkty zawarte pod tymi prostymi (w obszarze otoczonym grubszą linią).

Nasza funkcja celu, jeśli zastąpimy w niej słowo maksimum przez zero, będzie teraz także prostą.

Każdy kto przypomni sobie czego go w szkole uczono będzie wiedział: że gdy współrzędne x i y dowolnego punktu na płaszczyźnie podstawimy do wyrażenia

$$40x + 120y$$

to otrzymamy odległość tego punktu od prostej $40x + 120y = 0$ (przyp. tłum. dokładniej mówiąc otrzymamy wielkość proporcjonalną do odległości punktu od prostej). Szukamy teraz punktu leżącego wewnątrz oznaczonego obszaru i maksymalnie oddalonego od prostej celu, (tak możemy



nazwać tu funkcję celu). Punkt spełniający te warunki ma współrzędne $x = 60$ i $y = 25$.

Wynik: rolnik powinien zasadzić 60 hektarów ziemniaków i zasiać 25 hektarów pszenicy, a 15 hektarów pozostawić odłogiem.

Można sobie wyobrazić, że programowanie liniowe może dostarczyć użytecznych modeli optymalizacji w najróżnorodniejszych sytuacjach, jeśli tylko chodzi o podjęcie optymalnej decyzji przy ustalonych warunkach brzegowych.

W tym sensie programowanie liniowe jest częścią ogólniejszej teorii gier i podejmowania decyzji, która rozwinęła się od pierwszych fundamentalnych i ważnych prac Johna von Neumanna w latach czterdziestych do samodzielnej teorii. Istota tej teorii polega na tym, że pozwala opisać matematycznie to, co kryje się pod pojęciem strategii.

Ponieważ strategia potrzebna jest i w grze i przy podejmowaniu decyzji, więc teoria gier — należałoby ją może raczej nazwać teorią strategii — jest dziś znana tak wojskowym, jak i dyrektorom i szachistom. Celem jest zawsze stworzenie takiej sytuacji, w której, przy pomocy optymalnej strategii, można zapewnić sobie maksymalną wygraną.

[8] Maszyna cyfrowa nie ma oczywiście kostki do gry, przy pomocy której mogłaby sobie określić kolejno liczby losowe. Zamiast tego opracowana na maszynę cyfrową metoda Monte Carlo dysponuje podprogramem, który na każde zawołanie generuje liczby losowe, to jest liczby, które w całości spełniają określone prawa probabilistyczne, a mianowicie, że wszystkie występują jednakowo często, jeśli tylko uczyni się wystarczającą ilość prób. Mówimy wtedy, że liczby losowe rozłożone są równomiernie.

W naturze przypadku leży, że nie podlega on takim prawom, które byłyby nam dostępne. Ponieważ zaś maszyna cyfrowa jest w swym działaniu całkowicie zdeterminowana, więc ściśle biorąc nie można od niej żądać generowania liczb czysto losowych.

Poradzono sobie z tym w ten sposób, że losuje się na przykład 1000 000 liczb kostką lub w jakiś inny sposób, notuje i następnie wprowadza do pamięci maszyny cyfrowej. Inna droga wiedzie poprzez liczbę π. Cyfry rozwinięcia dziesiętnego liczby π tworzą ciąg liczb losowych, to znaczy, jeśli się bierze dostatecznie długie rozwinięcie dziesiętne liczby π, to każda cyfra występuje w nim statystycznie z jednakową częstością. Znane są dziś metody obliczania dowolnie długich rozwinięć dziesiętnych liczby π i w ten sposób można wygenerować sobie liczby losowe. Uruchamia się podprogram, który każdorazowo oblicza następną cyfrę rozwinięcia dziesiętnego liczby π.

W ten sposób otrzymuje się tak zwane liczby pseudolosowe, to jest liczby, które wprawdzie nie pochodzą z czysto przypadkowego procesu generowania, ale jednak zachowują przypadkowy charakter. Następujący przykład pokazuje w jaki sposób można posługiwać się takim ciągiem liczb. Do kolejnych cyfr, rozwinięcia dziesiętnego liczby π dodajemy liczbę 95.

Otrzymujemy:

		3	1	4	1	5	9	2	6	5	3	5	8	...
+	95	98	96	99	96	100	104	97	101	100	98	100	103	...

Liczby stojące w dolnym rzędzie można na przykład zinterpretować jako wartości oporu 100 Ohmów przy tolerancji ± 5%. Przy odrobinie fantazji matematycznej i zręcznej technice programowania można w ten sposób budować różnego rodzaju modele i badać zjawiska które, w przeciwnym razie nie byłyby możliwe na ścisłej teoretycznej drodze do zbadania.

[9] Przedstawiony tu podział pracy dotyczy tylko dużych ośrodków obliczeniowych (zob. str. 116). W mniejszych zakładach podział nie jest na ogół tak ścisły i można sobie wyobrazić, że zadania analizy systemu a następnie programowanie i kodowanie są wykonywane przez tę samą osobę.

[10] Ogólnie mówiąc każdą liczbę można przedstawić w postaci

$Z = v0,\ a \cdot 10^{zb}$

Jest to tzw. *przedstawienie zmiennoprzecinkowe* lub *logarytmiczne*. Gdzie a jest mantysą, v jest znakiem liczby. Jeśli a zaczyna się cyfrą różną od zera, wtedy możemy mówić, że przedstawienie jest *znormalizowane*.

b jest wykładnikiem potęgi, z jest znakiem wykładnika potęgi. W zależności od tego, czy z jest plusem czy minusem liczba Z jest większa lub mniejsza od zera. W zależności od typu maszyny cyfrowej ilość pozycji liczb a i b jest ściśle określona. Dzięki pewnemu chwytowi można również pominąć znak z. Dodaje się mianowicie do liczby b liczbę zwaną „charakterystyką" i dzięki temu znak z sumy jest stale dodatni. Charakterystyką najczęściej jest liczba 50. W tym przypadku można przedstawić bez znaku wykładnika potęgi liczby w zakresie od 10^{-50} do 10^{49}. Zamiast 10^{-3} piszemy 10^{47}, zamiast 10^{5} piszemy 10^{55} itd.

Jeśli założymy, że maszyna cyfrowa pracuje na liczbach o długości do 14 cyfr w systemie dziesiętnym, wtedy pierwsza cyfra oznacza znak liczby (1 oznacza +, a 2 oznacza −) na następnych 11 pozycjach zapisana jest liczba a i w końcu na ostatnich dwóch pozycjach wykładnik potęgi.

W liście rozkazów niektórych maszyn cyfrowych występują rozkazy przeprowadzania operacji na liczbach zmiennoprzecinkowych, przy czym najczęściej rozkazy te przedstawiają liczby jako znormalizowane. W przeciwnym wypadku operacje zmiennoprzecinkowe muszą być wykonane przy pomocy podprogramu.

[11] Wprawdzie terminologia przetwarzania danych ciągle nie jest jeszcze jednolita, ale przynajmniej następujące pojęcia przyjęły się.

Mówiąc o znakach mamy na myśli *cyfry* albo *litery* albo tak zwane *symbole specjalne* jak na przykład plus lub minus. Jeśli dane zawierają tylko cyfry, to nazywamy je numerycznymi, jeśli tylko litery to nazywamy je alfabetycznymi. Jeśli występują i cyfry i litery i symbole specjalne to mówimy o danych alfanumerycznych.

Dane wydziurkowane na jednej karcie, niezależnie od ich długości, nazywa się *zapisem*. Zapis składa się prawie zawsze z wielu nazw i liczb (pól). Jeśli zawartość pola wprowadza się do pamięci operacyjnej maszyny cyfrowej, to nazywa się ją *słowem* (zakłada się przy tym, że podstawowa jednostka pamięci, właśnie słowo maszynowe, może pomieścić zawartość jednego pola). Pole jest zatem pojęciem dotyczącym struktury danych, a słowo pojęciem dotyczącym struktury pamięci maszyny cyfrowej.

Podobnie jest z pojęciem *blok*, który jest w strukturze pamięci odpowiednikiem pojęcia *zapis*. Przy czym jest możliwe, że albo wiele zapisów jest zawartych w jednym bloku, albo też na odwrót, potrzeba wiele bloków do pomieszczenia jednego zapisu.

[12] W przetwarzaniu danych ekonomicznych przy użyciu taśm znaczną rolę odgrywają procesy sortowania. Dlatego pożądane jest posiadanie takich programów sortowania, które są szybkie. Przedstawiono na str. 61 metoda sortowania jest jedną z wielu i jest wyraźnie przystosowana do sortowania informacji na taśmach.

Znaczne korzyści można uzyskać, gdy do procesu sortowania użyje się jeszcze pamięci masowych o dostępie przypadkowym. Przypuśćmy, że mamy do sortowania bloki o długości jednej karty dziurkowanej. Wtedy zawartość kart umieszcza się najpierw na dyskach magnetycznych, a w pamięci operacyjnej notuje się dla każdej karty numer bloku dysku, w którym jest zapisana oraz kryterium, według którego ma być przeprowadzone sortowanie. W pamięci operacyjnej maszyny przeprowadza się według tego kryterium sortowanie samych tylko numerów bloków. Gdy już numery bloków ustawione są w odpowiedniej kolejności, wtedy wystarczy w tej kolejności informacje z dysku przenieść na taśmę. Ponieważ w procesie sortowania nie trzeba całej informacji przenosić do pamięci operacyjnej i z powrotem, a tylko same numery bloków i ponieważ cały proces odbywa się wyłącznie w pamięci operacyjnej, więc taki proces sortowania jest znacznie szybszy w porównaniu do sortowania na taśmach.

Często, przy określonych zagadnieniach, opłaca się zrezygnować z programów sortowania zaoferowanych przez producenta maszyny cyfrowej i napisać własny program. Trzeba jednak powierzyć to najlepszemu programiście, gdyż proces sortowania jest skomplikowanym zagadnieniem, które wymaga nie tylko intuicji matematycznej, ale również znajomości maszyny cyfrowej.

[13] W polskiej terminologii system wymagający pracy maszyny cyfrowej *w czasie rzeczywistym* nazywany jest też *systemem uwarunkowanym czasowo*! (przyp. tłum.).

[14] Podobne znaczenie co przy użyciu taśm magnetycznych ma sortowanie — przy użyciu dysków i bębnów magnetycznych ma wyszukiwanie informacji. Konieczność wyszukiwania występuje na przykład wtedy,

gdy trzeba określić, na podstawie jakiegoś symbolu organizacyjnego: (numer magazynowy, numer działowy, lub numer konta, itd.) zapamiętanego w tablicy w pamięci maszyny cyfrowej, gdzie znajduje się dana informacja, na którym dysku i w jakim bloku tego dysku. Tylko w nielicznych przypadkach symbole organizacyjne są tak dobrane, że pokrywają się z numerami bloków. Procesy wyszukiwania, podobnie jak procesy sortowania, wymagają czasu dla ich wykonania, chociaż najczęściej nie uwidacznia się to tak wyraźnie, jak przy procesach sortowania, gdyż proces wyszukiwania przyporządkowany jest zawsze jakiemuś ogólniejszemu procesowi przetwarzania danych.

Przypuśćmy, że zapamiętaliśmy w tablicy w maszynie cyfrowej jednocześnie kryterium porządkowe i odpowiadający mu numer bloku. Jeśli w tablicy tej jest N pozycji i trzeba odnaleźć z nich jedną, to może się zdarzyć, że zaczynając poszukiwania od początku tablicy będziemy mieli szczęście i znajdziemy tę pozycję akurat na pierwszym miejscu, ale może też się zdarzyć, że będziemy musieli, przeszukać całą tablicę. W sumie trzeba wykonać przeciętnie

$$\frac{N+1}{2}$$

rozkazów porównywania. To może dać w wyniku całkiem dużą liczbę, gdyż nierzadko taka tablica ma 10 000 pozycji.

Aby poprawić sytuację można spowodować, by maszyna cyfrowa po każdym procesie wyszukiwania zapamiętywała pozycję i przy następnym wyszukiwaniu kontynuowała szukanie w otoczeniu tej pozycji. Ma to uzasadnienie w tym, że dane o podobnym kryterium znajdują się najczęściej obok siebie.

Jeszcze lepiej będzie, gdy najpierw uporządkujemy tablicę według symboli organizacyjnych, następnie wyznaczymy element leżący w środku tablicy i sprawdzimy, czy szukany element jest większy czy mniejszy od niego. Jeśli jest większy, to bierzemy, dalej środkowy element drugiej połowy, jeśli mniejszy to środkowy element pierwszej połowy i tak dalej. Przez kontynuowanie podziału na połowy znajduje się szybko szukany element. Aby konstrukcja taka była zawsze możliwa liczba N musi być taka, żeby dla każdej powstającej połowy istniał element środkowy. N musi mieć zatem postać

$$N = 2^{n-1}$$

gdzie n może być dowolną liczbą naturalną.

Ponieważ tak oczywiście nie zawsze się zdarza, to można ostatnie kryterium powtórzyć tyle razy, aż N będzie żądanej postaci. Przy takiej metodzie potrzeba co najwyżej n rozkazów porównywania do wyszukania żądanego elementu. Ponieważ liczby N i n związane są ze sobą funkcją wykładniczą, więc proces wyszukiwania wymagający najmniejszej ilości rozkazów porównywania, można by nazwać „wyszukiwaniem z wykładniczo malejącej ilości elementów".

Istnieje cały szereg procesów wyszukiwania, które łączą wyszukiwania liniowe, opisane na początku, i wyszukiwanie wykładnicze.

Przy wyszukiwaniu liniowym spośród 1000 elementów potrzeba średnio 500 rozkazów porównywania. Przy wyszukiwaniu wykładniczym co najwyżej 10 rozkazów.

[15] Przykład stacji rozrządowej pokazuje, że nasz układ wybierający musi przez cały czas precyzyjnie funkcjonować, bo w przeciwnym wypadku nastąpi spiętrzenie przyjeżdżających pociągów. W takim wypadku mówi się o *kolejkach*, które są nam także znane z codziennego życia. Przy kupnie biletów do kina powstaje na przykład typowa kolejka. Także części w magazynie tworzą kolejkę, która zwiększa się przy dostawach i zmniejsza przy realizacji zamówień.

Taki sposób patrzenia jest typowy dla *badań operacyjnych*. Dyrektor przedsiębiorstwa starej szkoły nie widziałby prawie żadnego związku pomiędzy telegramami napływającymi do urzędu telegraficznego, stanem magazynu a kolejką przed kasą kinową. Współczesny naukowiec łączy te wszystkie zagadnienia, ponieważ wie, że mogą być one wszystkie opisane tym samym modelem matematycznym. Typowe w każdym z tych przypadków jest to, co zresztą bardzo utrudnia rozważania, że zgłoszenia napływają do jednego, lub kilku kanałów obsługi — tak nazywa się okienka w kasie kinowej lub maszyny cyfrowe w urzędzie telegraficznym — przypadkowo. Również czas obsługi każdego zgłoszenia jest przypadkowy, a od niego zależy przecież kiedy kolejka się przesunie.

Teoria kolejek (razem z modelowaniem cyfrowym) ma dzisiaj duże znaczenie. Przy jej pomocy można wyjaśnić także powstawanie korków ulicznych, przy zmiennej szybkości ruchu. W ten sposób można obliczyć wielę sytuacji ruchu ulicznego. Można obliczyć, czy potrzebne są dwa, czy trzy pasma ruchu na określonej drodze, jak duże powinno być miejsce na oczekiwanie samochodów przed światłami, jak powinny być rozdzielone fazy świateł, itd. Maszyna cyfrowa jest idealnym narzędziem do meldowania zagadnień z teorii kolejek.

[16] Do zagadnień sterowania procesami produkcji istnieją dziś nie tylko specjalne maszyny cyfrowe, ale również szeroki wachlarz wyspecjalizowanych urządzeń wejściowych i wyjściowych. Z urządzeń wejściowych szczególnie ważne są tak zwane analogowe przetworniki wartości pomiaru, które wartość pomiaru, na przykład z wnętrza retorty zamieniają na liczbę, którą można wprowadzić do maszyny cyfrowej. Z drugiej strony urządzenia wyjściowe zamieniają liczby wychodzące z maszyny cyfrowej na odpowiednie ustawienia zaworów lub oporu elektrycznego lub uruchamiają przekaźniki włączające prąd elektryczny.

Maszyny cyfrowe do sterowania procesami produkcji są zbudowane podobnie jak maszyny cyfrowe służące do przekazywania wiadomości. Trzeba bez przerwy obsługiwać cały szereg linii wejściowych: z retorty, z wydziału produkcyjnego (i wyjściowych): do retorty, do wydziału produkcyjnego. W maszynie cyfrowej zapamiętany jest program, który wszystkie informacje wejściowe łączy ze sobą, interpretuje i przez linie

wyjściowe zapewnia racjonalne sterowanie reakcją w retorcie. Nowoczesne maszyny cyfrowe, mogą, jeśli ich pojemność na to pozwala (teoria kolejek!), obsługiwać kilka niezależnych systemów.

Ważną rolę gra również sterowanie priorytetowe (przerywanie programu): patrz str. 137. Maszyny cyfrowe do sterowania procesami mają opracowany na ogół system przerywań programu związany z określonymi wartościami priorytetu programów.

[17] Użyliśmy tutaj technicznego pojęcia *kanał*. Tak mianowicie nazywa się połączenia pomiędzy urządzeniem peryferyjnym maszyny cyfrowej, a jej jednostką centralną. Nie mamy tu na myśli połączenia kablowego, ale logiczną jednostkę maszyny cyfrowej, która ma określoną samodzielność i jest w stanie wykonać własny program (umieszczony w pamięci lub przekazany kablem). Kanał wyposażony jest również w jednostkę sterującą związaną z danym urządzeniem peryferyjnym. Również satelitarną maszynę cyfrową można nazwać kanałem.

Rozróżnia się kanały przekazujące tylko w jednym kierunku, kanały przekazujące w dwóch kierunkach lecz nie jednocześnie i kanały mogące przekazywać jednocześnie w obu kierunkach.

W zależności od organizacji kanału mówimy następnie o *selektorach* i *multipleksorach*. Selektor może w danym czasie przeprowadzać tylko jedną transmisję danych. W czasie tej transmisji inne urządzenia peryferyjne nie mają do niego dostępu. Selektor realizuje połączenia pomiędzy szybkimi urządzeniami peryferyjnymi a jednostką centralną.

Multipleksor natomiast obsługuje jednocześnie wiele powoli pracujących linii wejściowych i wyjściowych zajmując się każdą z nich po kolei, tak że nie zakłócają się wzajemnie. Na przykład układ wybierający jest multipleksorem.

[18] Duże nowoczesne maszyny cyfrowe dysponujące kanałami do wprowadzania i wyprowadzania danych mogą być używane w taki sposób, by w idealnym przypadku, wszystkie urządzenia peryferyjne, tak jak maszyny w dobrze zarządzanej fabryce, pracowały jednocześnie. Jednak problemy z tym związane są tak skomplikowane, że trzeba samą maszynę cyfrową zaopatrzyć w dobry i sprawny system sterowania i kontroli. System taki nazywa się *systemem operacyjnym* (operating system).

System operacyjny składa się z wielu rozkazów i zapamiętany jest najczęściej na dysku, rzadziej na taśmie. Często zawiera również taśmę z biblioteką programów, na której na pierwszym miejscu zapamiętany jest translator do tłumaczenia programów pisanych w języku symbolicznym.

Przez kartę sterującą podaje się do wiadomości systemu operacyjnego, jaki program ma być wykonywany i czy znajduje się on w bibliotece programów, czy też należy go dopiero przetłumaczyć.

Przy odpowiedniej rozbudowie systemu operacyjnego jest on w stanie sam rezerwować pamięć operacyjną i decydować, które jednostki pamięci taśmowej będą wykorzystywane. System operacyjny troszczy się

również o bezbłędny przebieg całej pracy. Jeśli wystąpi jakiś błąd wtedy system operacyjny przekazuje informacje o nim operatorowi maszyny cyfrowej. Jednocześnie program, w którym wystąpił błąd zostaje najczęściej przerwany i maszyna cyfrowa zaczyna automatycznie wykonywać inny program.

Do istotnych zadań systemu operacyjnego należy utrzymywanie maszyny cyfrowej w stanie ciągłej pracy, bez przerwy, chyba żeby maszyna cyfrowa zepsuła się. W niektórych maszynach cyfrowych jest to posunięte do tego stopnia, że w momencie, gdy nie ma akurat nic do roboty włącza się automatycznie specjalny program diagnostyczny, który sprawdza czy obwody maszyny cyfrowej funkcjonują prawidłowo.

Naturalnie systemy operacyjne są drogie. Po pierwsze potrzebna jest do tego oddzielna pamięć dyskowa (mówimy wtedy o naddatku sprzętu). Po drugie system operacyjny do wykonania swych zadań zużywa czas pracy maszyny cyfrowej (naddatek oprogramowania). Mimo to systemy operacyjne są opłacalne, gdyż wpływają znacznie na efektywność pracy operatora maszyny cyfrowej.

Naturalnie system operacyjny nie zwalnia operatora maszyny cyfrowej od myślenia. Musi on na przykład troszczyć się o to, aby wprowadzić do jednoczesnej pracy na maszynie cyfrowej tylko takie programy, które nie wykorzystują tych samych urządzeń peryferyjnych. A ponieważ system operacyjny bez przerwy protokółuje, przy pomocy dalekopisów, to co dzieje się w maszynie cyfrowej, więc pomysłowy operator nie ma żadnych trudności by uchwycić związek między systemem operacyjnym a swoimi zadaniami i zmusić maszynę cyfrową do optymalnej pracy.

Zawód głównego operatora maszyny cyfrowej już w najbliższej przyszłości stanie się bardzo popłatny. Nie będzie on jednak dostępny dla każdego, ponieważ wymaga nadzwyczaj dobrej znajomości możliwości systemu operacyjnego maszyny cyfrowej, dobrej znajomości programowania i należytego zrozumienia przebiegu pracy maszyny cyfrowej.

[19] *Wieloprogramowość* — to znaczy wykonywanie jednocześnie wielu programów na maszynie cyfrowej zakładać musi z góry, że maszyna cyfrowa wyposażona jest w system operacyjny. Jeśli na przykład w wykonywanym aktualnie programie pojawi się rozkaz współpracy z pamięcią taśmową, wtedy nie byłoby rozsądnie czekać, aż ten stosunkowo wolny rozkaz zostanie wykonany. System operacyjny raczej przerwie bieżący program, skieruje rozkaz do odpowiedniego kanału współpracy z pamięcią taśmową, a w międzyczasie pobierze następny program do jednostki sterującej, aż w tym nowym programie wystąpi znowu jakaś operacja wejścia lub wyjścia lub pojawi się „przerwanie programu". W ten sposób maszyna cyfrowa może żonglować jednocześnie wieloma programami.

System operacyjny musi przy tym za każdym razem zbadać, który program ma być wykonywany jako następny. W tym celu programowi przypisuje się tak zwane priorytety, które wyznaczają kolejność obsługi.

Programom, które musiały być pominięte zwiększa się priorytet, tak aby mogły być obsługiwane w najbliższej kolejności. Czasami zdarza się, że jakiś program wymaga nagle więcej miejsca w pamięci operacyjnej, wtedy system operacyjny musi automatycznie podjąć decyzję o przesunięciu jakiegoś innego programu z zajmowanych przez niego miejsc pamięci operacyjnej. W takim przypadku mówi się o *dynamicznym przesuwaniu programów*. Przy tym wcale nie jest pewne, czy tak przesunięty program trafi później w te same miejsca pamięci operacyjnej. Przydział programom miejsc w pamięci operacyjnej odbywa się często w sposób dowolny. Z zewnątrz nie można wiedzieć dokładnie, co właściwie w danym momencie robi maszyna cyfrowa. Ale naturalnie w maszynie cyfrowej musi być system zabezpieczeń, które uniemożliwiają, by jakiś program zajął miejsca pamięci, w których przechowywany jest jeszcze jakiś inny program. W tym celu wymyślono specjalny system zabezpieczania zawartości pamięci, który troszczy się o to, żeby określone programy były wpisywane tylko w określonych miejscach pamięci. Jeśli mimo tego, jakiś program chciałby się umieścić gdzie indziej, wtedy następuje automatycznie przerwanie programu i system operacyjny wzywa operatora do pomocy.

[10] W systemie dwójkowym (binarnym) cyfrę nazywa się *bitem*. W systemie dziesiętnym jest dziesięć cyfr od 0 do 9, w systemie dwójkowym dwie 0 i 1.

Inaczej mówiąc, w systemie dziesiętnym liczbami o długości jednej cyfry można ponumerować dziesięć przedmiotów, a w systemie dwójkowym tylko dwa. W systemie dziesiętnym liczbami dwucyfrowymi można ponumerować 100 przedmiotów, a w systemie dwójkowym tylko cztery.

Ogólnie liczbami cztero-bitowymi można przedstawić wszystkie dziesięć jednocyfrowych liczb w systemie dziesiętnym.

system dziesiętny	system dwójkowy
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

Mówimy w takim przypadku o dwójkowym kodowaniu cyfr systemu dziesiętnego. Kodowanie dwójkowe jest bardzo ważne w praktyce maszyn cyfrowych, gdyż przeważnie pracuje ona w systemie dwójkowym, to znaczy dwóm możliwościom, 0 i 1, odpowiadają dwa stany: pobudzenie i brak pobudzenia albo: „prąd płynie" i „prąd nie płynie".

Ale najczęściej chcemy kodować dwójkowo nie tylko cyfry ale i litery. Nie jest to żadnym problemem. Na przykład maszyna IBM 1401 koduje *A* w postaci ciągu bitów 11 001, gdzie dwa pierwsze bity określające tak zwaną strefę sygnalizują, że mamy do czynienia z kodem litery.

Do tych sześciu bitów dochodzi, przy maszynie IBM 1401, jeszcze siódmy bit kontrolny, który jest równy 1, jeśli suma jedynek pozostałych sześciu bitów jest parzysta. W ten sposób suma jedynek w każdym poprawnym kodzie cyfry czy litery jest zawsze nieparzysta. Pozwala to stosować tzw. kontrolę parzystości i wszystkie kody z parzystą liczbą jedynek sygnalizowane są jako błędne.

W maszynach cyfrowych IBM 360 podstawowy znak kodowy ma długość 8 bitów. Taką jednostkę nazywa się *bajtem*. Ustalony kod określa, jakim kombinacjom bitów w bajcie odpowiadają poszczególne znaki (1 bajt = 1 znak). Istnieją także rozkazy, które zinterpretują 1 bajt jako dwie czterobitowe cyfry układu dziesiętnego. W tym przypadku 1 bajt = = 2 cyfry dziesiętne.

Inne znowu rozkazy traktują kilka bajtów jako jedną bardziej złożoną liczbę (na przykład liczbę zmiennoprzecinkową), także w systemie IBM 360 istnieje cały szereg możliwości przedstawiania liczb. Również maszyny cyfrowe S 4004 Simensa stosują jako podstawową jednostkę kodową 1 bajt.

[21] W rozdziale o rodzinach maszyn cyfrowych wymieniliśmy również takie maszyny, które aktualnie (1966 r.) jeszcze w ogóle nie istniały. Są to IBM 360/75 i 360/92. Naturalnie nie możemy gwarantować, że te maszyny cyfrowe pojawią się w ogóle na rynku, chociaż jesteśmy przekonani, że tak. Może się jednak zdarzyć, że do tego czasu zmieni się numer maszyny, a nawet zespół jej parametrów. Takie zmiany, tuż przed wypuszczeniem nowej serii maszyn, nie należą na rynku komputerowym do rzadkości.

[22] Nie jest łatwo porównać szybkości maszyn cyfrowych, gdyż na czas obliczeń ma wpływ między innymi sposób programowania i to, czy są dobrze wykorzystane możliwości języka wewnętrznego maszyny cyfrowej. Porównywanie szybkości ma więc sens tylko wtedy, gdy idzie o ten sam program, ułożony dla każdej maszyny optymalnie.

Czyniono różne propozycje określania szybkości maszyn cyfrowych przy pomocy jednolitego systemu porównawczego. W tym celu podzielono rozkazy języka wewnętrznego na kilka grup: przesyłanie i pobieranie z pamięci operacyjnej, dodawanie, odejmowanie, porównywanie itd. Każda z tych grup ma typowy czas wykonywania pojedynczego rozkazu i wobec tego można obliczyć jak długo trwać będzie wykonanie stu różnych rozkazów. Istnieje zestaw rozkazów, tzw. „Gibson-Mix", (Test Gibsona) który zawiera rozkazy z poszczególnych grup w takim procencie, w jakim występują one w przeciętnym programie. Procentowe zestawienie udziału poszczególnych grup rozkazów podajemy obok.

Określona wartość testu według tego zestawu dla maszyny CDC 6600 wynosi 40 (to znaczy 40 mikrosekund dla wykonania 100 przeciętnych rozkazów). Dla Univac 1107 otrzymujemy 331, dla IBM 360/67 otrzymujemy 100, a dla IBM 1410 (maszyna przestarzała) około 10 000.

	Z rozkazami zmienno-przecinkowymi	Bez rozkazów zmienno-przecinkowymi
przesyłanie i pobieranie z pamięci	31,2%	35,5%
dodawanie i odejmowanie	6.1%	7,0%
mnożenie	0,6%	0,7%
dzielenie	0,2%	0,3%
dodawanie zmiennoprzecinkowe	6,9%	—
mnożenie — „ —	3,8%	—
dzielenie — „ —	1,5%	—
wyszukiwanie i porównywanie	3,8%	4,0%
skoki i badanie warunków	16,6%	19,1%
przesuwanie	4,4%	5,0%
rozkazy logiczne	1,6%	1,8%
normalny dostęp do pamięci	5,3%	6,1
rozkazy współpracujące z rejestrami indeksowymi	18,8%	20,0%

Przy wykorzystaniu tych danych trzeba być w najwyższym stopniu ostrożnym, gdyż są to wartości orientacyjne, określające tylko z grubsza uporządkowanie maszyn cyfrowych pod względem ich szybkości. Między innymi nie uwzględniają one w ogóle długości słowa maszynowego, oraz możliwości maszyny cyfrowej jednoczesnego wykonywania rozkazów i całych programów.

Oprócz testu Gibson-Mix pewną rolę odgrywa także test „GAMM-Mix", który służy do oceny szybkości maszyny z punktu widzenia zastosowań naukowo-technicznych.

[23] W wielu miejscach tej książki podawane są koszty i reguły ich szacowania. Musimy podkreślić, że są to najczęściej reguły bardzo ogólne. Należy do nich między innymi stara zasada, według której na zaprogramowanie jednego rozkazu trzeba przeznaczyć jedną godzinę, jeśli zliczy się razem wszystko od wstępnego omówienia problemu, aż do otrzymania sprawdzonego programu. Nie jest przy tym uwzględniony fakt, jakiego rodzaju zagadnienie jest rozwiązywane.

Ostrzegamy w tym miejscu wyraźnie każdego, kto musi wyrobić sobie pojęcie o wielkości kosztów i nakładów przy organizowaniu systemu przetwarzania danych, aby zabierał się do tego nie inaczej, niż drogą sumiennej i skrupulatnej analizy kosztów.

Nawet specjalistom trudno jest oszacować koszty i nakłady na pla-

nowany system przetwarzania danych, gdyż cały szkopuł tkwi w szczegółach systemu. Często otrzymuje się wielkość efektywnego nakładu inwestycyjnego dopiero wtedy, gdy tkwi się już w środku całego problemu. I w takim wypadku nie można mówić o szacowaniu spodziewanych kosztów, bo właśnie są to już koszty.

Jest również dobrze znanym fakt, że przy budowaniu już wcześniej zaplanowanego systemu przetwarzania danych, aż nazbyt często pojawia się chęć rozszerzenia i zmieniania pierwotnej koncepcji. Pierwsza analiza kosztów nie może uwzględnić takich dodatkowych warunków. Przed tym trzeba również ostrzec.

Każdy, kto jest odpowiedzialny za koszt budowanego systemu dobrze zrobi, jeśli ułoży sobie dokładny plan przebiegu programowania i wdrażania systemu i w czasie realizacji systemu korzysta z tego planu dla ciągłej kontroli. Niżej przedstawiony zostanie zwięzły opis nowoczesnej metody planowania (PERT), która nie tylko pozwala zaplanować i oszacować nakłady na zbudowanie systemu lecz również kontrolować przebieg realizacji. Dopiero na podstawie takiego przeglądu można zdecydować, czy poniesione koszty odnoszą się do tego, co było zaplanowane, czy też nastąpiło odchylenie od pierwotnego planu. Sytuacja przy budowie takiego systemu nie jest inna niż przy budowie domu. Wszystko jest skalkulowane na bazie planu budowy. Jeśli jednak coś zostanie zbudowane inaczej niż zaplanowano, wtedy oczywiście zmienią się również koszty. W takim wypadku planowanie ma tylko wartość stawiania horoskopu.

[24] Znany jest dziś cały szereg metod dokładnego planowania w czasie i kosztach przebiegu pracy. Najbardziej znaną z tych metod jest PERT (Programm Evaluation and Review Technique). PERT jest najczęściej stosowaną w badaniach operacyjnych metodą. Metoda ta powstała w 1958 roku w Stanach Zjednoczonych w czasie prac nad budową rakiet Polaris i przyczyniła się do tego, że ten skomplikowany i ogromny projekt mógł być zrealizowany z dokładnością do dwóch tygodni. Jest to zdumiewające osiągnięcie, jeśli uwzględni się tylko, że projekt Polaris składał się z licznych podprojektów realizowanych przez cały szereg firm.

Sukces metody PERT sprawił, że w Stanach Zjednoczonych stosowanie metody PERT przy wykonywaniu zamówień rządowych stało się obowiązkowe.

Jak działa metoda PERT?

Kto chce instalować maszynę cyfrową w taki sposób, żeby była ona gotowa do pracy jednocześnie z potrzebnymi programami, bez straty czasu na oczekiwanie na jedno lub drugie, ten musi ułożyć rzetelny plan czasowy. Najlepiej jest rozłożyć wszystkie zaprojektowane czynności na szereg czynności podstawowych w taki sposób, żeby były one przejrzyste pod względem nakładu kosztów i czasu potrzebnego na ich wykonanie. Dla lepszej kontroli każda czynność ma jako punkt końcowy dokładnie określone „zdarzenie". W tym sensie „zastanowienie się nad kar-

tami dziurkowanymi" nie jest czynnością, ponieważ nie odpowiada temu żadne zdarzenie. Natomiast poprawnym byłoby określenie czynności jako „projektowanie kart wynagrodzeń", a zdarzenie jako „zakończenie projektu karty dziurkowanej".

Na stronie 141 i 142 zrobiliśmy listę tego wszystkiego co trzeba zrobić, gdy chce się sprawić sobie maszynę cyfrową i wyposażyć ją w program. Podane czynności i czasy trwania są na wskroś realne i wynikają z doświadczenia, chociaż wiele pozycji zostało mocno uproszczonych. W rzeczywistości lista czynności wykonywanych podczas instalacji maszyny cyfrowej jest o wiele dłuższa.

Po prawej stronie tej tabeli znajdują się cztery kolumny. Są to oszacowania czasów trwania czynności (w tygodniach) zanim odpowiadające jej zdarzenie zostanie osiągnięte. Litera *o* oznacza oszacowanie optymistyczne, *p* pesymistyczne i *m* prawdopodobne.

Jeśli podstawimy te trzy liczby do wzoru

$$t_1 = \frac{o + 4m + p}{6}$$

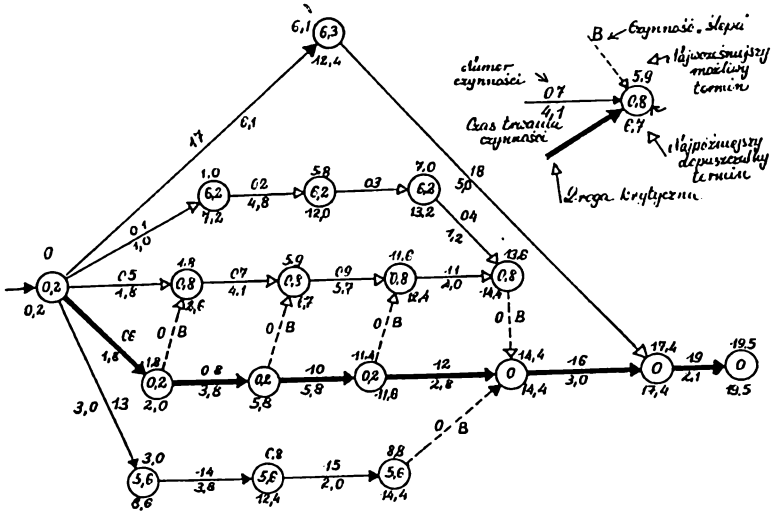
to otrzymamy przeciętny czas wykonywania danej czynności, który jest zgodny z teorią rachunku prawdopodobieństwa i który jest właśnie wykorzystywany w metodzie PERT.

Teraz trzeba połączyć poszczególne czynności siecią logicznych zależności. Trzeba przy tym zauważyć, że w niektórych przypadkach czynności mogą być wykonywane jednocześnie, w innych zaś przypadkach czynność może się rozpocząć dopiero wtedy, gdy jakaś inna czynność jest już zakończona. Czynności zatem odbywają się jednocześnie, to znów czekają jedna na drugą. Powstaje z tego cała sieć, której przykład przedstawiliśmy na str. 142. Linie symbolizują tu czynności a zakończenie strzałek — zdarzenia. Linią przerywaną oznaczone są tzw. „czynności ślepe". Oznaczają one, że na przykład czynności 07 nie chcemy zaczynać zanim nie zakończy się czynność 06.

Numer	Nazwa czynności	*o*	*m*	*p*	t_1
01	zamówienie maszyny cyfrowej	1	1	1	1,0
02	przygotowanie pomieszczenia dla maszyny cyfrowej	3	5	6	4,8
03	odebranie i instalacja maszyny cyfrowej	1	1	2	1,2
04	sprawdzenie i oddanie do użytku maszyny cyfrowej	1	1	2	1,2
05	karty dziurkowane (dane zmienne)	1	2	2	1,8
06	karty dziurkowane (dane stałe)	1	2	2	1,8
07	schemat blokowy przetwarzania danych zmiennych	3	4	6	4,1
08	schemat blokowy taśmy danych stałych	2	4	5	3,8
09	programowanie przetwarzania danych zmiennych	5	6	6	5,8

10	program utrzymywania taśmy danych stałych	4	6	7	5,8
11	testowanie programu przetwarzania danych zmiennych	1	2	3	2,0
12	testowanie programu dla taśmy danych stałych	2	3	3	2,8
13	schemat blokowy wydruku wyników	2	3	4	3,0
14	program wydruku wyników	3	4	4	3,8
15	testowanie programu wydruku	1	2	3	2,0
16	testowanie systemu współpracy programów	1	2	3	2,0
17	przygotowanie danych stałych	4	6	9	6,1
18	przygotowanie danych zmiennych	3	5	7	5,0
19	pierwszy próbny cykl pracy systemu	1	2	4	2,1

Teraz dla każdej drogi w sieci dodajemy do siebie czasy trwania czynności w kolejności w jakiej one występują. Dla drogi 01-02-03-04 otrzymujemy łączny czas 8,2 tygodnie. Ponieważ droga 05-07-09-11 prowadzi do tego samego punktu, a łączny czas trwania wszystkich czynności na tej drodze wynosi 13,6 tygodnia, więc z tego punktu można wyruszyć najwcześniej po 13,6 tygodnia; zdarzenia muszą więc na siebie oczekiwać. Wszędzie tam, gdzie schodzą się dwie lub więcej dróg wybieramy z łącznych czasów zawsze największy, gdyż wtedy otrzymuje się najwcześniejszy punkt czasowy taki, że wszystkie spotykające się tu czynności będą zakończone. Całe zadanie może być zakończone najwcześniej po 19,5 tygodnia.



Aby teraz określić punkty czasowe, w których poszczególne czynności najpóźniej muszą być zakończone, liczymy od końca. Od otrzymanego przedtem najwcześniejszego czasu osiągnięcia zdarzenia końcowego odejmujemy czas trwania kolejnych czynności, które prowadzą do danego zdarzenia. Postępujemy tak krok po kroku aż do samego początku. Teraz w każdym punkcie sieci mamy ustalone dwa czasy: czas kiedy najwcześniej będziemy w tym punkcie i czas kiedy najpóźniej tam być musimy. Różnica między tymi dwiema liczbami daje nam wielkość rezerwy czasu jaką dysponujemy przy realizacji danej czynności. Jeśli różnica jest większa od zera, to wtedy o wielkość tej różnicy możemy się spóźnić. Jeśli jest równa zeru wtedy nie mamy żadnej rezerwy czasu. Jeśli jest mniejsza od zera, to najpóźniejszy dozwolony czas leży przed najwcześniej możliwym i znaczy to, że coś się nie zgadza w naszym planie. Jeśli teraz w naszej sieci połączymy grubą linią od początku aż do końca wszystkie punkty, które mają najmniejszą rezerwę czasu to otrzymujemy tzw. „drogę krytyczną". Czynnościom znajdującym się wzdłuż tej drogi trzeba poświęcić najwięcej uwagi, jeśli chce się zakończyć całe przedsięwzięcie na czas, szczególnie zaś wtedy, jeśli wystąpią takie punkty, w których rezerwa czasu jest ujemna.

Jak widać reguły metody PERT są oryginalne, ale proste. Tym nie mniej przy większych sieciach (100 lub więcej czynności) mogą już wystąpić trudności z odręcznym rysowaniem. W takim wypadku trzeba odwołać się do pomocy jakiejś zaprzyjaźnionej maszyny cyfrowej. Prawie wszystkie nowoczesne maszyny cyfrowe dysponują dziś odpowiednim programem.

Po zakończeniu etapu planowania, gdy już rozpocznie się realizacja, podajemy maszynie cyfrowej rzeczywiste czasy zakończonych już czynności. Na tej podstawie maszyna cyfrowa przelicza jeszcze raz całą sieć i stawia prognozę terminu zakończenia całego przedsięwzięcia.

To co można osiągnąć przy pomocy PERT zależy od organizatorskiej fantazji i fantazji planowania. Inne metody planowania sieciowego to PERT/COST i LESS, żeby wymienić tylko dwie najbardziej znane. Także one najlepiej wykazują swoje możliwości przy stosowaniu maszyny cyfrowej. Doświadczenia metod planowania sieciowego są tak dobre, że opłaci się stosować je na maszynach cyfrowych nawet i do mniejszych projektów.

[25] Liczne publikacje sprawiły, że w programistach upatruje się dziś lekarzy nowoczesnego przemysłu oraz ludzi, którzy na nieprzejrzanych swoich sztuczkach zarabiają masę pieniędzy. Taki obraz jest z gruntu fałszywy. Kto w tym zawodzie zarabia osławione 2000 marek, ten musi rzeczywiście dać coś za to i okazać nadzwyczajną pracowitość. Zostało to, mamy nadzieję, w wielu miejscach tej książki jasno pokazane.

Najdogodniejsza możliwość zostania programistą jest taka, że rozsądne kierownictwo jakiegoś przedsiębiorstwa dochodzi do wniosku: A pan Kowalski to powinien pójść na kurs programowania!

Gorzej jest, jeśli pan Kowalski z własnej woli zapragnie zostać pro-

gramistą. Potrzebuje wtedy pieniędzy, czasu i odwagi. Idzie do dziennej szkoły przetwarzania danych, chodzi na kursy programowania na wyższej uczelni albo pracuje na studium samokształceniowym.

Wiele ludzi wybiera kursy telewizyjne. Uzyskują dobre wyniki, za to potem nie uzyskują pracy. Powód? Przy studiowaniu przetwarzania danych dwie rzeczy są szczególnie ważne. Pierwsza, to ciągła, obiektywna kontrola postępów w nauce. Druga, to permanentne egzaminowanie, czy człowiek w ogóle nadaje się do tego zawodu — także wtedy gdy się już dojdzie do tej przeklętej szczegółowej pracy.

Jesteśmy zdania, że nowicjusz, tylko wtedy ma szansę stanąć o własnych nogach, kiedy stale ma przed oczyma nauczyciela, który mu mówi, jak już daleko zaszedł i co dalej ma robić. Dlatego dzienne kursy wydają się tu być optymalne, kursy wieczorowe dobre, jeśli ma się wystarczającą energię po temu, natomiast kursy telewizyjne niebezpieczne.

Kto po około rocznym kursie wieczorowym dobrnął wreszcie do egzaminu końcowego na określonej maszynie cyfrowej, ten nie jest już laikiem, lecz początkującym. Często znajdują się firmy, które gotowe są wysłać takiego początkującego na bardziej zaawansowane kursy.

[26] Istnieją różne propozycje podziału ludzi pracujących w jednym ośrodku obliczeniowym. Najważniejszą cechą prowadzącą do bardziej lub mniej zarysowanego zróżnicowania jest wielkość sztabu współpracowników. Ośrodek obliczeniowy, w którym pracuje pięciu ludzi nie może zawierać czterech wydziałów. W takim ośrodku główny programista musi niejednokrotnie sam zakasać rękawy do roboty.

Ze względu na wykonywane funkcje można dokonać następującego podziału: Wydział 1: Operacyjny. Tu znajdują się wszystkie maszyny włącznie z dziurkarkami, a także magazyn kart dziurkowanych i papieru i wszystko to co jest potrzebne do codziennej pracy ośrodka. Wydział 2: Programowanie. W tym miejscu pracują wszyscy programiści pod kierunkiem jednego lub kilku głównych programistów.
Wydział 3: Analiza systemów. Tutaj wykonywane są wszystkie prace przygotowawcze, aż do określania diagramów blokowych, łącznie z przygotowaniem danych.
Wydział 4: Zagadnienia ogólne i długofalowe. Tu rozwiązywane są skomplikowane problemy w rodzaju badań operacyjnych. Opracowywane są też, w przypadku dużych przedsiębiorstw, długofalowe plany rozwoju przetwarzania danych w przedsiębiorstwie. Tutaj decyduje się jakie zagadnienia, jakie obszary działalności będą przestawione na elektroniczne przetwarzanie danych i ile to będzie kosztować.

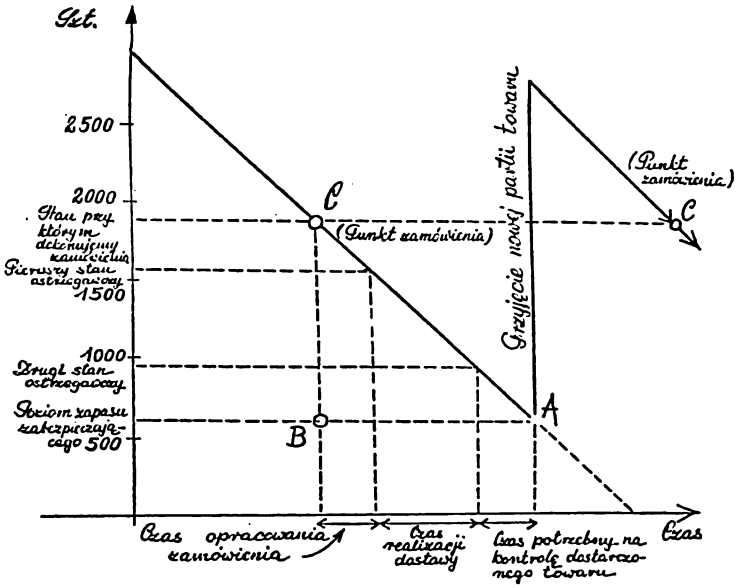
[27] Problem sterowania zapasami od lat już należy do repertuaru możliwości dobrze oprogramowanej maszyny cyfrowej. W magazynie znajdują się części, które potrzebne są tylko od czasu do czasu i inne, które potrzebne są okresowo; inne znów potrzebne są niekiedy w wielkich ilościach, później zaś przez dłuższy czas nie ma na nie zapotrzebowania. Dla każdej grupy tych części potrzebny jest specjalny model, który od-

powiada charakterem tej właśnie grupie części. Potrzebna jest także dokładna analiza ruchu części, jeśli nie chce się później przeżyć nieprzyjemnych niespodzianek ze swoim programem sterowania zapasami.

Chcielibyśmy tu zająć się tylko jednym z takich modeli dotyczącym grupy części, która charakteryzuje się ciągłym, bardziej lub mniej stałym zapotrzebowaniem.

Powiedzmy, że nasz magazyn prowadzi 12 000 różnych rodzajów części i zapotrzebowanie na nie jest stałe w czasie. Od maszyny cyfrowej oczekujemy takiego sterowania zapasami magazynu, żeby stan każdego rodzaju części zawsze był optymalny. Stan każdego artykułu w magazynie powinien być taki, żeby produkcja mogła być kontynuowana ale nie większy, gdyż byłoby to niepotrzebną stratą pieniędzy (koszty magazynowe, straty magazynowe z powodu rdzy itp., odsetki zamrożonego kapitału).

Ponadto, każde nowe zamówienie części powinno mieć optymalną wielkość, gdyż zamówienie małej ilości wymaga akurat takiego samego zachodu jak zamówienie dużej ilości a koszty transportu rozkładają się



na większą ilość. Przy małej ilości również rabat jest mniejszy. W gąszczu tych możliwości musi być określony optymalny stan magazynu i optymalna wielkość zamówień. Na rysunku powyżej przedstawiliśmy zmieniający się w czasie stan magazynu. Założyliśmy przy tym, że części opuszczają magazyn równomiernie. Prowadzi to do tego, że stan poszczególnych części w magazynie maleje liniowo z czasem. Jeśli stan

zbliża się do tzw. „poziomu zapasu zabezpieczającego", zamówiony towar winien nadejść do magazynu. Jeśli zamówiony towar przyjdzie za wcześnie wtedy sprawia kłopoty i irytuje nas. Jeśli zaś przyjdzie za późno, wtedy naruszony zostanie zapas zabezpieczający. Należy więc troszczyć się o to, by rozwiązać zaopatrzenie w taki sposób, żeby zamówiony towar przyszedł akurat w punkcie *A*.

W tym celu musi być obliczony czas trwania realizacji dostawy. Jest to czas, który potrzebuje dostawca na realizację zamówienia, czas potrzebny na opracowanie u siebie zamówienia i wreszcie czas na kontrolę dostarczonego towaru. Jeśli od punktu *A* odłożymy wstecz czas realizacji dostawy, otrzymamy punkt *B*. Ponieważ stan zapasów magazynu maleje liniowo, więc na wykresie prostej otrzymamy odpowiadający punktowi *B* określony punkt *C* i zatem określony stan magazynu, przy którym trzeba dokonać naszego zamówienia. Punkt *C* nazywamy punktem zamówienia.

Maszyna cyfrowa kontroluje stan magazynu i zawsze gdy osiągnięty jest punkt C pisze nowe zamówienie. Adres dostawcy zapamiętany jest na taśmie, jak również czas dostawy, warunki dostawy, cena, rabat itd.

Wielkość zamówienia określa maszyna cyfrowa ze skomplikowanego wzoru uwzględniającego wszystkie te czynniki, o których mówiliśmy. Maszynie cyfrowej jest wszystko jedno, jak skomplikowane jest to obliczenie, gdyż obliczenia skomplikowane wykonuje ona równie łatwo jak proste.

Ażeby działanie systemu jeszcze bardziej usprawnić, dział realizacji zakupów otrzymuje co tydzień zestawienie wszystkich nie zrealizowanych jeszcze zamówień. Oprócz stanu magazynu, przy którym przystępuje się do wystawienia nowego zamówienia wprowadza się jeszcze dwa stany ostrzegawcze. Maszyna cyfrowa melduje o osiągnięciu każdego z tych stanów. Przy pierwszym stanie ostrzegawczym sprawdza się czy realizacja zamówienia rzeczywiście jest w biegu. Przy osiągnięciu drugiego stanu ostrzegawczego sprawdza się, czy zamówienie zostało zrealizowane. Jeśli jeszcze nie to wtedy trzeba coś przedsięwziąć.

Rozumie się, że maszyna cyfrowa musi być dokładnie poinformowana o wszystkich zmianach w magazynie (przyjęcie i wydanie towaru), inaczej mówiąc prowadzi ona także dokładną księgowość magazynu. Maszyna cyfrowa analizuje także dokładnie zapotrzebowanie na części, aby stale dysponować poprawnym wykresem tego zapotrzebowania. Maszyna cyfrowa śledzi także dokładnie czy nie zmienia się czas realizacji dostawy. A wszystko to, aby cały rachunek się zgadzał. Znaczy to, że maszyna cyfrowa dopasowuje się do zmieniających się warunków.

Taki program sterowania zapasami wymaga około 10 000 do 150 000 rozkazów i może doprowadzić do zmniejszenia się stanu zapasów, jeśli przedtem magazyn był źle prowadzony, o 40% do 60%. Za same zaoszczędzone odsetki można utrzymać maszynę cyfrową, albo wynająć za to co tydzień pięć godzin pracy maszyny w ośrodku obliczeniowym.

Jest rzeczą ciekawą, że w początkowym okresie pracy maszyny cyfrowej koszty magazynowe wzrastają. Ma to swoje uzasadnienie w tym,

że przy wszystkich tych artykułach, które są magazynowane w nadmiarze, maszyna cyfrowa początkowo nic nie robi. Tam natomiast gdzie stan jest za mały, maszyna cyfrowa wystawia zamówienia. Dlatego koszty na początku rosną, gdyż i ogólny stan zapasów wzrasta, by po pewnym czasie zacząć maleć.

[28] W gazecie „Stuttgarter Nachrichten" ukazało się ogłoszenie fabryki pończoch Hudsona poszukującej „kierownika biura upomnień". W ogłoszeniu znalazło się takie znamienne zdanie: „Do obowiązków kierownika należeć będzie pisanie indywidualnych upomnień. Wszystkie typowe upomnienia pisane są przez naszą maszynę cyfrową automatycznie".

[29] Przykładem ilustrującym to, jak przetwarzanie danych rozprzestrzeniło się, jest zastosowanie maszyny cyfrowej w medycynie jako automatycznej pielęgniarki i do stawiania diagnozy.

Automatyczna pielęgniarka (istnieją dopiero nieliczne egzemplarze) składa się z maszyny cyfrowej, która jest połączona ze zoperowanymi pacjentami. Pobiera ona bez przerwy dane o wielkości ciśnienia krwi, pulsu i czynności oddechu i wielu innych, analizuje dane i obserwuje ich przebieg. Także elektrokardiogram podlega tego rodzaju analizie. Do maszyny cyfrowej wprowadza się informację o przebiegu prądów czynnościowych serca, które zmieniają się periodycznie w rytmie bicia serca. Zaburzenia czynności serca odzwierciedlają się w skomplikowanych zmianach obrazu prądów czynnościowych. Analiza tego obrazu wymaga skomplikowanych metod matematycznych (analiza Fouriera) ale maszyna cyfrowa wykonuje to z łatwością.

Maszyna cyfrowa może wykonać dwa rodzaje takiej analizy — zostańmy jeszcze przy przykładzie elektrokardiogramu. Jedna, to porównanie otrzymywanego obrazu z typowym obrazem prądów czynnościowych zdrowego serca. Druga, to stałe porównywanie, czy otrzymywany obraz zmienia się, a jeśli tak, to w jakim kierunku. W ten sposób powstaje skomplikowany obraz liczbowy stanu pacjenta i zmian tego stanu.

Gdy tylko zdarzy się coś nieprzewidzianego, wtedy maszyna cyfrowa podnosi alarm i powiadamia o tym prawdziwą pielęgniarkę albo lekarza dyżurnego.

Maszyna cyfrowa w takim zastosowaniu wykazuje wiele cech podobnych z maszyną cyfrową sterującą produkcją. Może ona, przy pomocy układu wybierającego, obsługiwać wielu pacjentów. Może być wprowadzony system przerywań i periorytetów — gdy na przykład oddech jednego z pacjentów stanie się nagle gwałtowny.

Maszyna cyfrowa wykorzystywana do stawiania diagnozy lekarskiej powinna pracować w systemie teletransmisji danych, gdyż wtedy mogłaby być wykorzystywana przez wielu lekarzy. Diagnostyka lekarska, przy której porównuje się obserwacje dokonane na pacjencie z abstrakcyjnym

schematem, aż obraz choroby zamknie się wreszcie końcową diagnozą, jest w pierwszym rzędzie pracą pamięci.

Część związanych z tym czynności może być właśnie przejęta przez maszynę cyfrową. W tym celu pacjent otrzymuje zeszyt, w którym notuje w zakodowanej formie, tak że można z tego wydziurkować kartę, wszystkie ważne dla swego stanu zdrowia dane: wiek, płeć, przebyte choroby, wszystkie ostre niedomagania itd. Dane te uzupełnia lekarz po przeprowadzeniu badania pacjenta. W końcu dochodzą do tego jeszcze wyniki klasycznych analiz lekarskich, jak ciśnienie krwi, morfologia krwi, analiza moczu, puls itd. Na podstawie tego wszystkiego produkuje się kartę dziurkowaną i wprowadza ją do maszyny cyfrowej. Maszyna cyfrowa na podstawie obszernego programu porównuje dane, sprawdza wzajemmne zależności i stawia jedną albo kilka ogólnych diagnoz. W tym momencie włącza pamięć dyskową i pośród zapamiętanych tam historii chorób szuka tak długo, aż znajdzie najbardziej pasującą do tego obrazu chorobę. Następnie wydrukowuje to wszystko na drukarce wierszowej i dostarcza w ten sposób lekarzowi obszerny dokument, który może być wykorzystany jako wstępna diagnoza. Ważne jest przy tym, że lekarz informuje maszynę cyfrową o końcowej poprawnej diognozie. W ten sposób maszyna cyfrowa stale „uczy się".

Literatura

1. Churchman, Ackoff, Arnoff: *Introduction to Operations Research.* New York 1957, J. Wiley.
2. Hauff V: *Wörterbuch der Datenverarbeitung.* Stuttgart 1966, Franckh.
3. Kreis P.: *Cobol, Lehrbuch zum Selbstunterricht.* Wien — München 1965, R. Oldenbourg.
4. Lohberg R., Lutz Th: *Was denkt sich ein Elektronengehirn?* 2 wyd., Stuttgart 1965, Franckh.
5. Lutz Th.: *Der Rechnerkatalog.* Stuttgart 1966, Franckh.
6. Lutz Th., Hauff V: *Programmierfibel.* 2 wyd. Stuttgart 1966, Franckh.
7. Neumann J. v, Morgenstern O.: *Theory of games and economic behavior.* 3 wyd. Princeton 1953, University Press.
8. Mc Cracken D. D.: *Fortran guide to Fortran programming.* New York 1962, J. Wiley.
9. Steinbuch K.: *Automat und Mensch.* Berlin—Göttingen—Heidelberg 1961, Springer.
10. Thüring B.: *Einführung in die Methoden des Programming kaufmännischer und wissenschafftlicher Probleme für elektronische Rechenanlagen.* Baden-Baden 1957—1963, R. Götter.
11. Vajda S.: *Einführung in die Linearplanung und die Theorie der Spiele.* München 1960, R. Oldenbourg.
12. Wöhe G.: *Allgemeine Betriebswirtschaftslehre.* 1962 Franz Vahlen.
13. Algol-Manual der Alcor-Gruppe, (Przedruk z *Elektronische Rechenanlagen,* zeszyty 5 i 6, 1961; 2, 1962).
14. A Fortran Primer with business administration exercises, (Publikacja firmy IBM, 1964).
15. *Fortran IV* (IBM Operating System 1360), (Publikacja IBM, 1965).
16. *Programmierte Einführung in PERT.* München 1965, R. Oldenbourg.
17. *Die Fertigungssteuerung bei der IBM Deutschland.* (Publikacja IBM, 1965).
18. *Management Operating Systems for Manufactoring Industries,* (Publikacja IBM, 1960).
19. *Aerospace Information and Control Systems.* (Wspólna publikacja IBM i amerykańskiego przemysłu lotniczego zawierająca wyszczególnienie występujących w tym przemyśle i już oprogramowanych problemów).
20. *Aufbau des Systems 360,* (Przedruk specjalny z IBM Systems Journal, t. 3, nr 2, 1964).
21. *System 1360 Model 67 Time Sharing Manual.* (Publikacja IBM, 1966).
22. *Handbuch der Maschinellen Datenverarbeitung.* H. E. Stuttgart, Littmann.

Literatura w języku polskim

1. Ackoff R.: *Decyzje optymalne w badaniach stosowanych.* Warszawa 1969, PWN.
2. Abramow S., Polakow P.: *Metody analizy sieciowej w planowaniu i zarządzaniu.* Warszawa 1967, MON.
3. Bańkowski J., Fiałkowski K.: *Programowanie w języku Fortran.* Warszawa 1971, PWN.
4. Kalichman J.: *Algebra liniowa i programowanie.* Warszawa 1971, PWN.
5. Ławrow S. S.: *Algol 60. Wykład popularny z ćwiczeniami.* Warszawa 1970, WNT.
6. Sienkiewicz R.: *Podręcznik programowania Cobol ncr-315.* Warszawa 1965. Narodowy Bank Polski, Centrum Elektroniczne.

Skorowidz

Adres 28
— symboliczny 30
Algol 26, 32
analiza Fouriera 147
— systemu 42
analogowe przetworniki wartości pomiaru 134
arytmometr 16, 18, 28, 75, 90
assembler 31
autokod 31
automatyczne sterowanie priorytetowe 80

Badania operacyjne 37, 127, 134
bajt 138
bank danych 88
bit 137
blok danych 17, 20, 61, 132
— obliczeń 17
— pamięci operacyjnej 17, 76
— programów 17
— wyników 17
brzegowy warunek 128
bufor 78

CDC 3400 110
CDC 3800 75
Cobol 26, 32, 84
czas dostępu 21
— — średni 69
część operacyjna 28
czytnik kart 19, 46

Dane dzienne 8
— personalne 7, 61
— podstawowe 59
— stałe 7, 24, 53
— wejściowe 17
dostęp przypadkowy 69, 74
dynamiczne przesunięcie programów 137
dynamiczny przydział pamięci 82
dwudrożne łączenie 61
dzielenie i łączenie 62
dziurkarka kart 19, 46

Emulator 87
etykietka tytułowa 64

Fortran 26, 31
Fouriera analiza 147
fryburski kod 55
funkcja celu 128

GE 645 114
generator liczb losowych 108
— list 127
— programów sortowania 33, 127
— — dla zestawień wynikowych 35

IBM 75, 84, 85, 87, 110, 114
IOCS (System Obsługi Wejścia-Wyjścia) 127

Jednostka centralna 84
— sterująca 16, 18
— wielofunkcyjna 46, 85
język symboliczny 28
— wewnętrzny maszyny 28, 55, 84
języki programowania 26

Kalkulator 12, 19
kanał 135
karta dzienna 11
— kumulacyjna 53
— perforowana 24, 28
— personalna 11, 47
— sterująca 34
— sumaryczna 12

kierowanie produkcją 36
kod fryburski 55
kodowanie 29
kolator 11, 19
kumulowanie 53

LESS 143
liczba pseudolosowa 130
— zmiennoprzecinkowa 131
literał 30

Łączenie dwudrożne 61
łagodzenie obciążenia szczytowego 100

Makrorozkaz 31
masowe przesyłanie danych 88
maszyna cyfrowa I generacji 15
— — II generacji 15
— — III generacji 15
maszyna kartowa 46
— satelitarna 78
metoda konwersacyjna 114
— Monte Carlo 108, 130
model rynkowy 38
— symulacyjny 40
moduł pamięci 88
— wykonawczy 88
— wejściowo-wyjściowy 88
monitor 80
multipleksor 77, 135
— pięciokanałowy 77
— przestrzenny 77
— czasowy 77

Neumann John von 130

Oprogramowanie 36, 126
optymalne obciążenie zdolności produkcyjnej 107

Pakiet 35, 100
pamięć 16
— „Mars" 85
— na bębnach magnetycznych 21
— — dyskach magnetycznych 21
— operacyjna 16, 17, 20, 63, 70, 75, 126
— pomocnicza 20
pamięć taśmowa 36, 59
— zewnętrzna 59, 74, 75
PERT 140
PERT/COST 143
PL/I 32
planowanie sieciowe 143
plotter 67
podprogram 57
produktograf 124
program obsługi przerywań 80
programowanie liniowe 128

Prosa 26
przecinek zmienny 57
przesunięcie programów dynamiczne 137
przetwarzanie danych 126
przetwarzanie partiowe 67, 70, 74
przetworniki analogowe wartości pomiaru 134
przypadkowy dostęp 69, 74
pseudokod 29

Rozkaz 17, 28
— symboliczny 30
— wewnętrzny 30
rozdzielanie informacji 71

S 4004 138
schemat blokowy 44
selektor 135
sieć działań 43
sieciowe planowanie 143
Słowo 132
sorter 9, 19
sterowanie automatyczne priorytetowe 80
symboliczny adres 30
system czasu rzeczywistego 71, 74, 132
— obsługi taśm 63
— obsługi wejścia-wyjścia 127
— operacyjny 135
— podziału czasu 81
— pracy autonomicznej 77
— priorytetowego przerywania 80
— uwarunkowany czasowo 132
— zdublowany 74

Średni czas dostępu 69
— — oczekiwania 69

Tabulator 12, 19, 52
taśma magnetyczna 63
— nadmiarowa 74
teoria gier 130
— podejmowania decyzji 130
— strategii 130
test „GAMM-Mix" 139
— Gibsona 138
translator 29, 55, 126

Układ wybierający 72, 77
Univac 1004 92
— 1008 75, 110
urządzenie końcowe 114, 121
— peryferyjne 20, 21, 33, 84, 90
— sterujące 75
— wejściowe 21
— wejściowo-wyjściowe 16, 36
— wyjściowe 63

Warunek brzegowy 128
wieloprogramowość 88, 136
Wiener Norbert 114
wspólne użytkowanie komputerów 100

Zapis 132
zarządzanie na podstawie odchyleń 65
zbiór wejściowy 54
— wyjściowy 54
zdublowany system satelitarny 93
znak alfanumeryczny 45, 131

DO CZYTELNIKÓW

Doświadczenie z przebiegu konkursu **„Czytelnicy mówią o książce technicznej"** uzasadnia celowość rozszerzenia tej bezpośredniej formy współpracy Czytelnika z wydawcą. Sprzyja ona nawiązywaniu i umacnianiu więzi wydawcy ze środowiskiem czytelniczym, orientuje w potrzebach, zwraca uwagę na błędy i niedociągnięcia, a ponadto stwarza możliwość wyłaniania z rzeszy czytelniczej kandydatów na opiniodawców i autorów książek w zakresie tematyki związanej z ich specjalnością i działalnością podstawową.

Zachęcamy więc do udziału w konkursie każdego Czytelnika, w szczególności prosimy o nadesłanie uwag, jakie nasunęły się przy zaznajamianiu się z niniejszą książką.

Wypowiedzi prosimy kierować pod naszym adresem — w miarę możliwości w terminie półrocznym po ukazaniu się książki. Wypowiedzi nadesłane z jakichkolwiek powodów po tym terminie będą również wykorzystane i objęte konkursem.

Po informacje szczegółowe prosimy zwracać się do nas. Regulamin konkursu można otrzymać w każdej Księgarni „Dom Książki", posiadającej dział książki technicznej.

KOMISJA UPOWSZECHNIANIA KSIĄŻKI I PRASY TECHNICZNEJ
WARSZAWA, UL. MAZOWIECKA 2/4
Tel. 26-72-71 wewn. 166

Cena zł 17.–

Cena zł 1,–

1234512345 6
3456789127 8
1234567896 0
6789123412 3
5678901234 5
1234567891 2
3456789067 8
4567897123 4